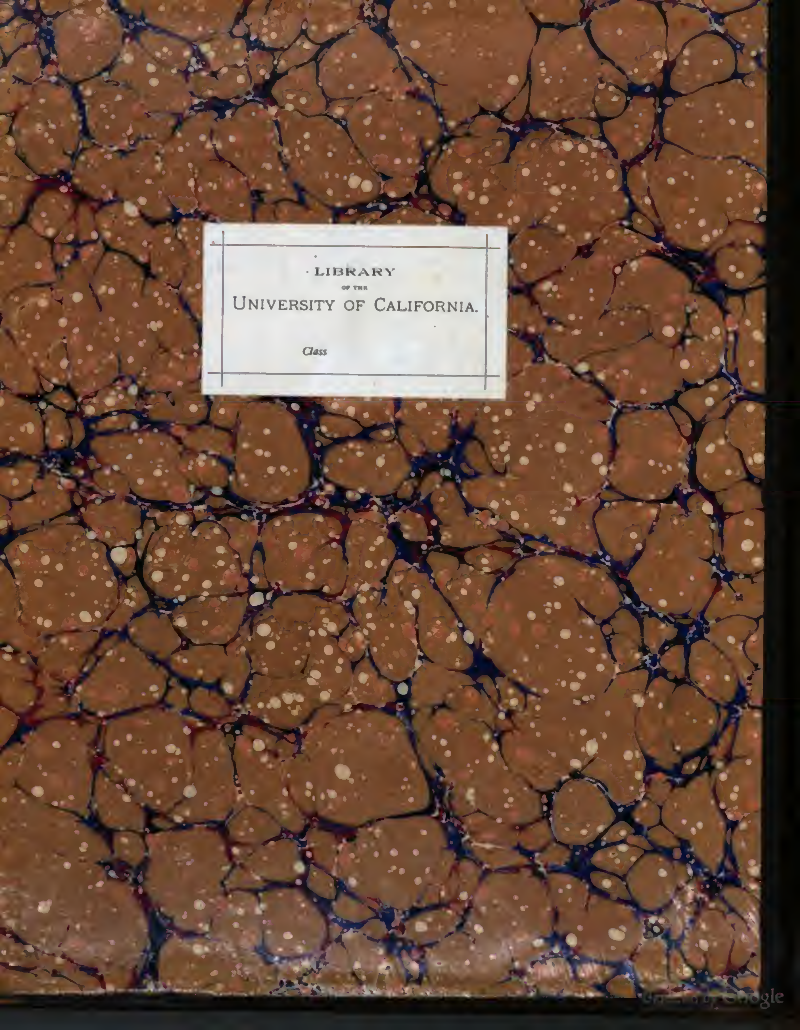
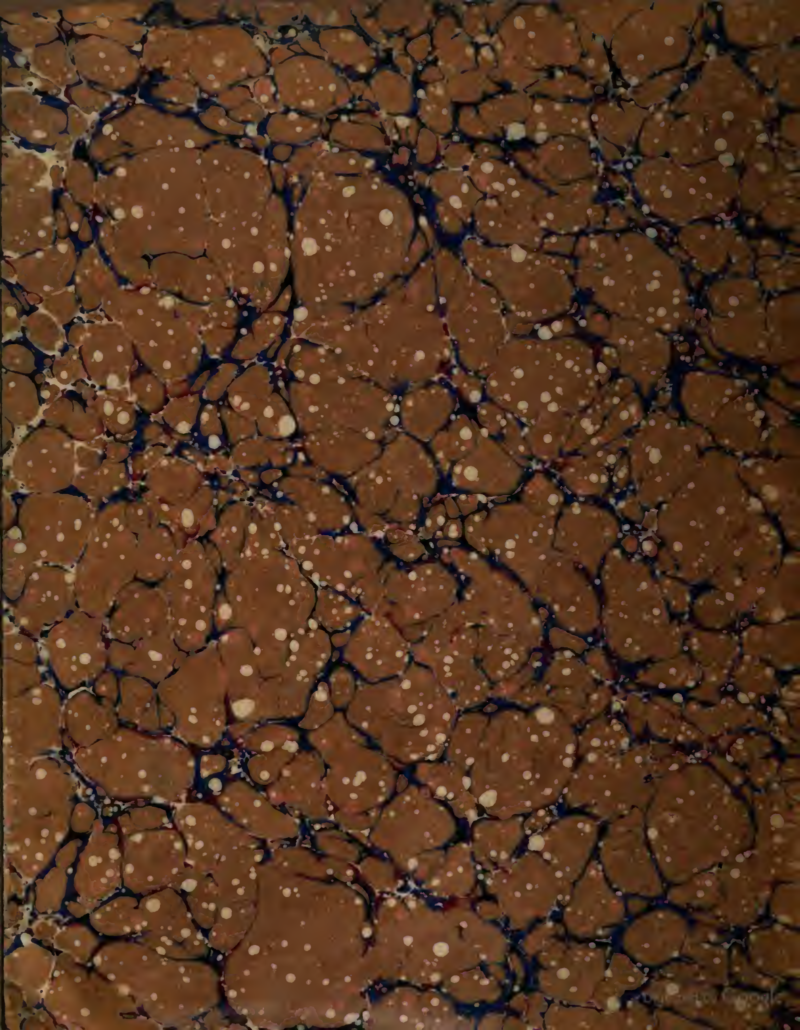
ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN





LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Class





HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

BEGUTACHTUNGS-AUSSCHUSZ:

A. KELLER, GEHEIMER OBER-BAURAT. — Dr.-Ing. DR. H. ZIMMERMANN, GEHEIMER OBER-BAURAT. — O. HOSSFELD, GEHEIMER BAURAT.

SCHRIFTLEITER:

OTTO SARRAZIN UND FRIEDRICH SCHULTZE.

JAHRGANG LIV. **1904.** **HEFT I BIS III.**

INHALT:

Für den Buchbinder.

Beim Einbinden des Jahrgangs sind die „Statistischen Nachweisungen" aus den einzelnen Heften herauszunehmen und — in sich entsprechend geordnet — vor dem Inhaltsverzeichnis des Jahrgangs dem Übrigen anzufügen.

BERLIN 1904.

VERLAG VON WILHELM ERNST u. SOHN

GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.

WILHELMSTRASSE 90.

In diesem Hefte befinden sich folgende Beilagen:

Berliner Wasserreinigungs-Gesellschaft m. b. H., **Berlin-Friedenau**, betr.: Wasserreiniger; Apparate für mechanische Reinigung; Apparate für chemische Aufbereitung und nachfolgender mechanischer Klärung. [1.]

R. Reiß, Fabrik technischer Artikel, **Liebenwerda**, Spezialität: Meßgerätschaften und Instrumente für Bau- und Ingenieurwesen, Lichtpausapparate, Schreib- und Zeichenwaren aller Art. [2.]

O. Fritze & Co., G. m. b. H., Farben-, Lack- und Firnißfabrik, **Offenbach a. M.**, betr.: Crudol, Hitze vertragend, in allen Farbentönen, zum Anstrich von Heizkörpern usw. [3.]

V. Seitz, Prag, Weinberge 141/49, betr.: Selbsttragendes Traversenhängegerüst, Patent G. Tomasek, das einen vollkommenen Umsturz im Baugerüstwesen hervorrufen wird. Dasselbe ist ohne gefährliche Gerustbäume, Klammern, Nägel außerordentlich dauerhaft und billig, gefahrlos, leicht und schnell aufstellbar und besonders tragfähig. Ausführungsrechte für ganze Staaten, Länder, Städte oder einzelne Bauunternehmer durch General-Vertreter V. Seitz [4.]

Preisherabsetzung. Der Kunstverlag **Anton Schroll & Co., Wien I**, Maximilianstraße 9 hat von den ersten vier Jahrgängen der Zeitschrift **„Der Architekt“** noch größere Vorräte. Um dieselben zu räumen, wird der Preis herabgesetzt. Die Jahrgänge 1895, 1896, 1897 und 1898 kosten nur noch 6 K. oder 5 Mark pro Jahrgang. Die Jahrgänge 1899, 1900, 1901 und 1902 dagegen werden im Preise niemals herabgesetzt werden, da die Vorräte nur noch sehr gering sind. Wir machen unsere Abonnenten, welche Wert darauf legen, alle Jahrgänge zu besitzen, hierauf besonders aufmerksam. Bestellungen nehmen alle Buchhandlungen entgegen. [5.]

Hans Herzfeld, Ingenieur-Bureau für Licht und Wärme, **Halle a. S.**, Kl. Ulrichstr. 18, betr.: Neue Rundmantel-Laterne mit Drehschieber, gußeisernem Dach, Steingutreflektor und verzinkten Schmiedeteilen, Modell 1903, D. G.-M. 166018. [6.]

Kesselring & Röthenbacher, Straßburg i. Els., betr.: Spezial-Artikel für sanitäre Haus-Installation. Patent „nicht leersaugbare Syphons“ und sanitäre Installations-Apparate. [7.]

Chr. Berghöfer & Co., Cassel, betr.: Herkules-Panzer-Schläuche mit galvanisiertem, nicht rostenden Eisendraht umsponnene Gummischläuche; Schlauchverschraubungen, Universal-Strahlrohr; Gummi-Spiralschläuche. [8.]

Deutsches Luxfer-Prismen-Syndikat, G. m. b. H., **Berlin S.42**, Ritterstr. 26, betr.: Luxfer-Prismen und Elektro-Glas, Keller-Einfall-Lichte sowie Oberlichte; befahrbare Luxfer-Hofplatten für Einfahrten usw. [9.]

Actien-Gesellschaft für Betonbau Diss & Co., Düsseldorf, Filiale **Berlin NW 7**, Friedrichstr. 153a, betr.: Kostenlose Abgabe von Konstruktionsbüchern in deutscher, französischer und englischer Ausgabe. [10.]

Grimme, Natalis & Co., Kommanditgesellschaft auf Aktien, **Braunschweig**, betr.: Neue Heizmethode für Wohnhäuser, Villen, Säle usw. Etagen-Warmwasserheizung bei Verwendung eines Dauerbrandofens sowohl einfachster wie elegantester Ausstattung. Überraschende Heizwirkung. [11.]

ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

BEGUTACHTUNGS-AUSSCHUSZ:

Dr.-Ing. DR. H. ZIMMERMANN, GEHEIMER OBER-BAURAT. O. HOSSFELD, GEHEIMER OBER-BAURAT. L. SYMPHER, GEHEIMER BAURAT.

SCHRIFTLEITER:

OTTO SARRAZIN UND FRIEDRICH SCHULTZE.

JAHRGANG LIV.

MIT LXVII TAFELN IN FOLIO UND VIELEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.



BERLIN 1904.

VERLAG VON WILHELM ERNST U. SOHN.

GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.

WILHELMSTRASSE 90.

Inhalt des vierundfünfzigsten Jahrgangs.

A. Landbau.

B. Wasser-, Schiff-, Maschinen-, Wege- und Eisenbahnbau.

C. Kunstgeschichte und Archäologie.

D. Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

E. Anderweitige Mitteilungen.

Statistische Nachweisungen,

im Auftrage des Ministers der öffentlichen Arbeiten bearbeitet, betreffend:

Druckfehler-Berichtigung.

Auf Atlas-Bl. 44 u. 45 unten links lies: E. Blaum aufgen. u. gez., statt E. Baum.

JAHRGANG LIV. 1904. HEFT I BIS III.

Der Erweiterungsbau des Kultusministeriums in Berlin.

Vom Geheimen Oberbaurat Kieschke.

(Mit Abbildungen auf Blatt 1 bis 4 im Atlas.)

Die Diensträume des Kultusministeriums waren bisher in den Gebäuden Unter den Linden 4 und Behrenstraße 71 und 72 untergebracht (Abb. 5 Bl. 4). Ersteres Gebäude, in den Jahren 1880 bis 1884 errichtet, enthält im wesentlichen die Dienstwohnung des Ministers, die Sitzungssäle, die Zimmer des Unterstaatssekretärs, der Direktoren und einiger vortragender Räte, sowie die Räume des Zentralbureaus, einen Teil der Registratur und einige Expedientenzimmer. Die älteren Häuser Behrenstraße 71 und 72 waren mit dem vorstehenden Gebäude in Verbindung gebracht und für die Zwecke des Ministeriums notdürftig hergerichtet, wobei schmale und winklige Verbindungsflure mit zahlreichen Treppenstufen und andere Unzuträglichkeiten sich nicht hatten vermeiden lassen. Mit dem ständigen Anwachsen der Dienstgeschäfte machten sich diese Übelstände, sowie die wenig übersichtliche Lage der Geschäftsräume in verstärktem Maße fühlbar, auch genügten die so geschaffenen Räumlichkeiten auf die Dauer nicht mehr dem Bedürfnisse. Um dieses in einem zweckentsprechend gestalteten Neubau befriedigen zu können, wurde im Frühjahr 1901 das Wohnhaus Wilhelmstraße 68 dazugekauft und nach vorläufiger Unterbringung der Geschäftsräume in Mieträumen dieses Haus und die beiden andern alten Gebäude niedergelegt.

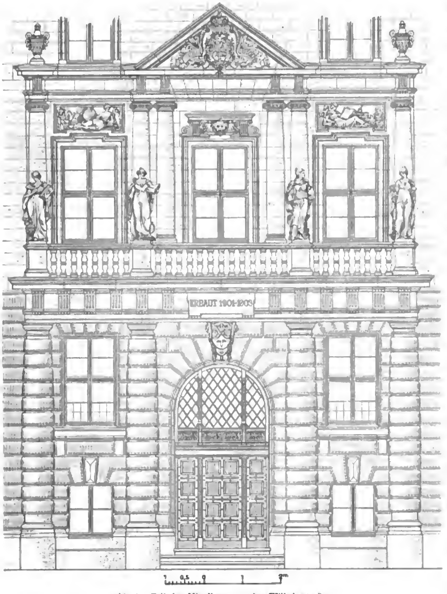


Abb. 1. Teil des Mittelbaues an der Wilhelmstraße.

Der Erweiterungsbau (Abb. 4 u. 6 Bl. 4) ist so angeordnet, daß an den langen nordsüdlich verlaufenden Flur des Altbaues auf dessen Westseite Zimmer angebaut, im übrigen an sämtlichen Grenzen entlang Gebäude errichtet wurden, an der Wilhelmstraßenfront mit zwei Zimmerreihen an einem Mittelflur. Parallel der Behrenstraße wurde außerdem ein Mittelflügel angelegt, welcher zweiseitig beleuchtet und in ganzer Höhe vollständig für Registraturzwecke ausgenutzt ist. Bei dieser Grundrißanordnung, die sich mit Notwendigkeit

aus der knappen Baustelle und den weitgehenden Programmforderungen ergab, konnten nur dem Flur des Flügels an der Behrenstraße Fenster gegeben werden, die Beleuchtung der übrigen Flure wurde mit gutem Erfolge durch geschickte Anordnung der Treppen und den Einbau eines Lichthofes am Treffpunkt des Flures an der nördlichen Nachbargrenze und des Mittelflures an der Wilhelmstraße bewerkstelligt. Ferner ist durch Beseitigung der nunmehr entbehrlich gewordenen Treppe am Südflügel des Altbaues auch hier ein geräumiger Lichthof geschaffen, welcher den anstoßenden Fluren ausreichend Licht und Luft zuzuführen vermag.

Der Haupteingang des Erweiterungsbaues liegt in der Wilhelmstraße, ein Nebeneingang in der Behrenstraße. Ein weiterer Eingang in der Wilhelmstraße an der Nachbargrenze dient nur als Zugang zu der im Erdgeschoß gelegenen Dienstwohnung des Vorstehers des Zentralbureaus, die sich in ansprechender Weise um eine durch Oberlicht beleuchtete Diele gruppiert. Durch Anordnung mehrerer Durchfahrten ist die Möglichkeit geschaffen, daß im Gebäude Unter den Linden 4 einfahrende Wagen nach der Behrenstraße ausfahren können. Der Verkehr zwischen den einzelnen Geschossen wird durch die Haupt- und Nebentreppe und durch eine zwischen Alt- und Neubau in der Nordostecke eingefügte stattliche Verbindungstreppe vermittelt. Außer sechs Dienstwohnungen für Unterbeamte im Sockelgeschoß und der erwähnten Dienstwohnung für den Vorsteher des Zentralbureaus enthält der Neubau im Erdgeschoß, ersten und zweiten Stockwerk und in dem über den Seitenflügeln an den Nachbargrenzen liegenden Dachgeschoß durchweg Geschäftsräume für das Ministerium. Die ausgedehnten Registraturen sind magaziniert und liegen übereinander in zentraler Lage in dem Mittelflügel zwischen den beiden Höfen. Der Altbau Unter den Linden 4 hat beträchtliche Geschoßhöhen. Im Erweiterungsbau wurden die Höhen verringert, wie dies bei den durchweg mäßigen Abmessungen der Räume und aus Gründen der Sparsamkeit erwünscht schien. Der Fußboden des ersten Stockwerks — des Hauptgeschosses — ist in gleicher Höhe durchgeführt, der Höhenunterschied der übrigen Geschosse durch einmalige Anordnung von Stufen an geeigneter, gut beleuchteter Stelle vermittelt.

Die Architektur des Gebäudes ist in den Formen einer maßvollen italienischen Spätrenaissance durchgebildet. Die Wirkung derselben wird wesentlich unterstützt durch den schönen, warmen Ton des Wünschelburger (Heuscheuer Gebirge) Sandsteins, in dem die Straßenfronten durch den Hofsteinmetzmeister Schilling ausgeführt sind. Das Hauptportal in der Wilhelmstraße ist durch vorgelegte kräftige Dreiviertelsäulen mit freistehenden Figuren darüber besonders betont worden (Text-Abb. 1). Die Figuren stellen die Religion, den Unterricht, die Kunst und die Medizin dar und sind von den Bildhauern Stefan Walter und Otto Richter in Berlin modelliert, von Karl Schilling in Friedersdorfer (Kudowaer) Sandstein ausgeführt.

Die Höfe sind in ähnlichen Architekturformen wie die Straßenfronten durchgebildet. Das Sockelgeschoß ist hier mit Rustikaquadern aus Wünschelburger Sandstein verkleidet. Fenstergewände und Gesimse der obern Geschosse sind aus Cottaer Sandstein hergestellt, die Flächen mit hydraulischem Kalkmörtel in verschiedener Flächenbehandlung geputzt. Um bei der verhältnismäßig engen Achsenteilung der Hoffronten noch eine monumentale Wirkung zu erzielen, sind in rhythmischem Wechsel nur einige Fenster des Hauptgeschosses mit

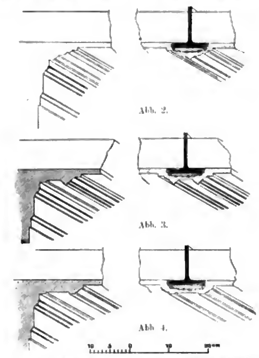

Abb. 2.
Abb. 3.
Abb. 4.

Abb. 2 bis 4. Wandgesimse unter der Decke und Verkleidung der Trägerunterflanschen.

Verdachungen versehen worden (Abb. 1 u. 2 Bl. 4). Um ferner für die Höfe möglichst günstige Beleuchtungsverhältnisse zu erzielen, sind die Schieferdächer der Straßenfronten nur über geringer Gebäudetiefe angelegt worden, während die übrigen Gebäudeteile Holzzementdächer erhielten. Hierdurch wurde zugleich für die Dachböden eine reichliche Beleuchtung gewonnen.

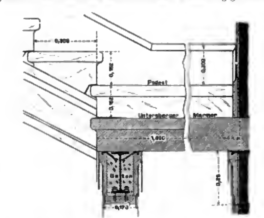


Abb. 5. Querschnitt durch einen Lauf der Haupttreppe. 1:15.

Für die Rinnen, Abfallrohre und Gesimsabdeckungen der Straßenfronten ist durchweg Kupfer verwendet. Der Balkon über dem Haupteingang ist mit Walzblei abgedeckt.

Der Ausbau des Innern ist in gediegenster Weise ausgeführt und der Benutzungsart der Räume angepaßt worden.

Das Gebäude ist durchweg aus Stein und Eisen konstruiert. — Die Decke über dem Kellergeschoß besteht aus zwei halben Koenenschen Voutenplatten, deren Trägerunterstützungen in halber Zimmertiefe parallel der Front laufen, so daß die halben Voutenplatten mit den Scheiteln an die Flur- und Frontwand anschneiden. Hierbei ließen sich die Rücklaufrohre der in den Fensterbrüstungen angebrachten Heizkörper der Warmwasserheizung unterbringen, ohne daß die Nutzbarkeit des nur 2.10 m hohen Kellers beeinträchtigt wurde. Alle übrigen Geschosse haben Kleinesche Decken mit Schlackenfüllung, Schlackenbeton, einer Sandisolierschicht und darüber Gipsestrich und Linoleumbelag erhalten (vgl. Text-Abb. 9). Dem lästigen späteren Sichtbarwerden der Trägerflansche in den Deckenflächen ist dadurch begegnet worden, daß unter den einzelnen Trägern jedesmal einfach profilierte Gipsstege gezogen sind. Für die Fußböden der Referentenzimmer hat Inlaid- und Moiréelinoleum, für die Flure der Schalldämpfung halber 7 mm starkes Korklinoleum Verwendung gefunden. Die Fensterleibungen der Referentenzimmer haben hölzerne Bekleidungen, die tapezierten Wände Stuhl- und Bilderleisten erhalten (Text-Abb. 10). Die einfachen Fenstervorhänge sind an Messingstangen ziehbar befestigt. Die Flure wurden mit 1,30 m hohem, hellgrün getöntem Lukrustapaneele versehen, Wände und Decken im übrigen mit Leimfarbe in Elfenbeinton gestrichen. An geeigneten Stellen sind für das Sortieren der Akten durch die Kanzleidiener Nischen mit Tischplatten eingerichtet, welche mit Kacheln ausgekleidet sind. Kachelpaneele von 1,30 bis 1,60 m Höhe haben ferner die Kanzleidienerräume, die Aborte und die Wandflächen hinter sämtlichen Ausgüssen erhalten. Etwas aufwändiger behandelt ist nur das Haupttreppenhaus und der Sitzungssaal der Medizinalabteilung im zweiten Stock. Die Haupttreppe ist aus Untersberger Marmor hergestellt, der sie umschließende Raum nach den Fluren im Erdgeschoß und ersten Stock durch Säulen und Architrave geöffnet (vgl. Bl. 3). Die Säulen bestehen in den 3,50 m langen Schäften aus lebhaft gezeichnetem grünen Cipollin-, in den Kapitellen und Basen aus Untersberger Marmor. Das Geländer der Haupttreppe ist in Bronze geschmiedet. Der Sitzungssaal der Medizinalabteilung zeigt ein hohes Paneel aus Eichenholz und eine sichtbare Holzdecke, bei der die geputzten Felder zwischen den Balken gemalt sind. Die Fenster der Haupttreppe des Lichthofes und die Oberlichte an der Verbindungstreppe haben Schnittverglasung erhalten. Besondere bauliche Eigenart zeigen die Haupttreppe, die Nebentreppe, die Verbindungstreppe und die Registraturen. Die Blockstufen der Haupttreppe sind einseitig eingebunden und ruhen an dem freien Haupt auf eisernen Wangenträgern, die allseitig mit Marmor verkleidet sind (vgl. Text-Abb. 5). Die Befestigung der Verkleidung erfolgte mit Bronzeklammern. Die Nebentreppe ist nach der Bauweise von Ed. Puls mit Gitterwangen, Setz- und Trittstufen aus 1 mm Eisenblech mit herumgekröpften Mannstedtprofilen und Holzeinlage mit Kantenschienen aus Duranametall hergestellt und mit Linoleum belegt worden. Die Verbindungstreppe am Zusammenstoß des Altbaues mit dem Erweiterungsbau ist auf drei Seiten frei als Vollwangenträgertreppe ausgeführt, deren Wangen mit Manstedtprofilen besetzt sind. Die Lasten der einzelnen Treppenläufe und der Flure werden durch zwei durchgehende eiserne Stützen von quadratischem Querschnitt getragen, die aus vier Winkeln 45/45/5 mm und vier Verbindungsblechen von 6,5 mm Stärke gebildet sind.



Abb. 6. Blick in die Registratur.

Abb. 7. Querschnitt der Registratur im Erdgeschoß.



Abb. 8. Schnitt durch die Zwischendecke. Abb. 9. Schnitt durch die Hauptdecke.

Alle Registraturen sind durchweg in Eisen hergestellt und in weißer Emailfarbe gestrichen. Die Gesamtgeschoßhöhe der einzelnen Registraturen beträgt 4,70 m, die Konstruktionshöhe der Hauptdecke 20,5 cm, die der Zwischendecke 16,5 cm. Die zur Aufstellung nutzbare Höhe beträgt im Haupt- und Zwischengeschoß je 2,095 m (Text-Abb. 7). Das Eigengewicht der Decken wurde mit 300 kg für 1 qm berechnet. Die Belastung durch die Regale ist mit 500 kg für 1 cbm und durch Menschen mit 150 kg für 1 qm

angenommen worden. Auf Grund dieser Belastungsannahmen haben sich für die Hauptdecken Träger von N. P. 23 und für die Zwischendecken Träger von N. P. 22 ergeben (vgl. Text-Abb. 8 u. 9). Die Hauptdecken sind in Kleinescher Art 12 cm stark ausgeführt mit einer Isolierschicht von Sand und mit Gipsestrich und Linoleumbelag darüber. Die Zwischendecken sind gleichfalls Kleinesche Decken, die mit Zement für den Linoleumbelag abgeglichen wurden. Die Deckenträger werden durch Mittelstützen getragen, welche durch alle Geschosse gehen und einmal gestoßen sind. Die Träger der Zwischendecken sind als Auslegerträger ausgebildet und durch die beiden die Mittelstützen bildenden ⊔-Eisen Nr. 14 durchgeschoben. Die Aktengerüste bestehen durchweg aus Eisen. Die tragenden Stützen der Gerüste werden von 100/3 mm Flacheisen gebildet. Auf 1 qm Grundfläche entfallen rd. 12 Flacheisen. Ein Flacheisen hat rd. $\frac{750}{12}$ = rd. 65 kg Last aufzunehmen. Die Knicklänge ist 23 cm. Erforderlich ist $F = \frac{65}{1000} = 0{,}065\ \text{cm}^2$ und $J = 2{,}5 \cdot 0{,}0065 \cdot 0{,}23^2 = 0{,}0086\ \text{cm}^4$. Vorhanden ist $F = 0{,}3 \cdot 10 = 3\ \text{cm}^2$ und J min $= 10 \cdot \frac{0{,}3^2}{2} = 0.0225\ \text{cm}^4$.

Die Aufstellung der Gerüste erfolgte senkrecht zu den Frontwänden. In 1,75 m Entfernung von der Nordfront wurde ein 1 m breiter Gang für den Durchgangsverkehr und den Verkehr der Kanzleidiener und an der Südfront ein in voller Höhe durchgehender Arbeitsraum von 2,20 m Breite für die Beamten gebildet. In jedem der 7,50 m breiten und etwa 20 m langen Registraturräume sind vier Arbeitsplätze eingerichtet worden (Text-Abb. 7 und Grundriß Abb. 4 u. 6 Blatt 4).

Seiten- und Rückwände der Aktengerüste werden durch 10 cm breite und 3 mm starke Führungsstreifen gebildet. Die Führungsstreifen sind durch eingeschobene 1 mm starke Böden verbunden und mit kleinen 20/20/3 mm starken Winkeln vernietet, welche ihrerseits an den Führungsstreifen angenietet sind. Ebenso sind die den Sockel bildenden 40/40/4 mm starken Winkeleisen befestigt. Die Gerüste stehen frei auf den Fußböden, sind aber zur besseren Sicherheit gegen Verschieben noch an der Decke befestigt. Die Konstruktion ist nach Angabe der Bauleitung von der Firma Pfeiffer u. Druckenmüller in Berlin zum ersten Male in der angegebenen Weise zur Ausführung gelangt und der genannten Firma durch Muster geschützt worden.

Die Erwärmung sämtlicher Räume geschieht durch eine von Joh. Haag ausgeführte Warmwasserheizung. Die Flure, Treppen und Referentenzimmer werden mit elektrischem Licht beleuchtet.

Mit den Grundmauern des Neubaues konnte nach Abbruch der alten Gebäude Ende August 1901 begonnen werden,

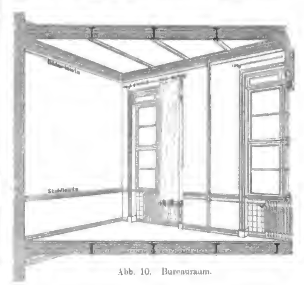


Abb. 10. Bureauraum.

die Übergabe des fertigen Gebäudes erfolgte nach einer Bauzeit von 19 Monaten am 1. April 1903. Die Baukosten haben ausschließlich der Kosten für die Ergänzung der inneren Einrichtungsstücke 903000 ℳ betragen. 1 qm bebauter Fläche hat daher 431,40 ℳ, 1 cbm umbauten Raumes 21,41 ℳ gekostet.

Architekt des Gebäudes ist der Geheime Oberbaurat Kieschke im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, der die Entwürfe aufgestellt und die Oberleitung gehabt hat. Die Ausführung lag in den Händen des Bauinspektors Fürstenau, dem für die örtliche Bauleitung der Regierungs-Baumeister Seifert zugeteilt war.

Englische Arbeiterwohnstätten,

ihre Geschichte und technische Entwicklung.[1]

Vom Regierungs-Bauführer Walter Lehwess.

(Mit Abbildungen auf Blatt 5 bis 9 im Atlas.)

Die Lösung der Wohnungsfrage für die wirtschaftlich Schwachen ist eine Aufgabe, die seit langer Zeit das Nachdenken aller Menschenfreunde beschäftigt. In den Ländern, in denen sich der Übergang vom Ackerbautreibenden zum Industriestaat vollzieht, nimmt es das Interesse aller maßgebenden Kreise, der Staatsbehörden, wie der Gemeinden, der Ärzte, wie der Architekten, der Parlamentarier wie der Gewerbetreibenden in Anspruch.

In all diesen Staaten läßt sich die gleiche Erscheinung beobachten: Die ländlichen Arbeiter strömen, angezogen von der Hoffnung auf höheren Verdienst, der ihnen eine bessere Lebenshaltung zu versprechen scheint, von der Aussicht auf ein ungebundenes, der Bevormundung der Familie entzogenes, anscheinend freieres Leben, oder von der Sucht nach den

1) Mit Benutzung eines Teils des vom Landbauinspektor Dr.-Ing. Muthesius gesammelten und mir zur Verfügung gestellten Materials.

Zerstreuungen der großen Städte, diesen letzteren, den rasch emporwachsenden Industriezentren, in hellen Haufen zu. Die dort vorhandenen und zur Deckung des augenblicklichen Bedürfnisses eilig errichteten Bauten reichen für eine menschenwürdige Unterbringung der Hunderte und Tausende nicht hin. Unerwartet und unvorhergesehen treten die furchtbaren Mißstände hervor, welche die Anhäufung unbemittelter, oft unter Verdienstmangel leidender Massen mit sich bringt. Da dient eine Stube einer ganzen Familie mit Kindern, zuweilen noch mit Schlafgängern oder gar mehreren Familien als einzige Unterkunft für Tag und Nacht. Und solche Stuben finden sich im Häusermeer der Großstädte zu Dutzenden zusammengedrängt in baufälligen, schmutzigen Häusern an engen Straßen und noch engeren luft- und lichtlosen Höfen. Dies Wohnungselend ist ein Herd der Seuchen, die die Bevölkerung dahinraffen, birgt Gefahren in sich für die Sittlichkeit der Familien und besonders des heranwachsenden Geschlechts und kann zu einer Brutstätte des Verbrechens werden.

Während in Deutschland diese Mißstände erst in den letzten Jahrzehnten des verflossenen Jahrhunderts und nur in einzelnen, für die gewerbliche Entwicklung günstig gelegenen Bezirken hervorgetreten sind, setzte in England die angedeutete Bewegung und die daraus hervorgehende Übervölkerung der großen Städte mit dem Ende des 18. Jahrhunderts ein, als die Erfindung der Dampfmaschine der gewerblichen Tätigkeit dieses Landes einen ungeahnten Aufschwung gab. Die schlimmen Wirkungen wurden vermehrt und vergrößert durch verschiedene von den angedeuteten Verhältnissen unabhängige Umstände. Erstens bewirkten die damals England völlig beherrschenden einseitig freiheitlichen Anschauungen, daß die staatlichen und städtischen Behörden sich von jedem Eingreifen fernhielten, weil man die Freiheit, die vollständig freie Betätigung eines jeden Einzelnen höher schätzen zu müssen glaubte, als eine aufgezwungene Verbesserung seines Lebenszustandes. Zweitens kommt hier die niedrige Stufe in Betracht, auf der der englische Arbeiter im Durchschnitt steht. Man ist in Deutschland gewohnt, anzunehmen, die Lebenshaltung der Engländer sei höher und besser, als in den entsprechenden Bevölkerungsschichten bei uns, und das mag zutreffen für die höheren Klassen und den gesamten Mittelstand bis zum gelernten Arbeiter hinab. Das Verhältnis ist aber umgekehrt bei der großen Masse der Gelegenheitsarbeiter und dem Proletariat. Schon ihre äußere Erscheinung lehrt, daß sie weit weniger Sorgfalt auf ihre Kleidung legen, als dies bei uns in diesen Klassen geschieht. Das gleiche ist der Fall mit ihrer Wohnung; ein häusliches Leben gibt es für sie so gut wie gar nicht, die Frauen kochen fast nie das Mittagessen zu Haus, sondern kaufen sich fertig zubereitete Speisen beim Krämer, die sie kalt verzehren. Das dritte ist der Alkoholmißbrauch, der hier weiter verbreitet ist, als irgendwo anders, und dem — das ist das Eigentümliche in England — auch die Frauen fast durchgängig verfallen sind. Gemeinnützige Gesellschaften, Volksaufklärer und religiöse Sekten — nicht zum mindesten die Heilsarmee — haben viel getan, um diesem Übel zu steuern. Aber Millionen glauben noch, nicht ohne Alkohol leben zu können, und die Verwüstungen, die dieser Feind der menschlichen Gesellschaft besonders im Proletariat anrichtet, das seinem verderblichen Einfluß kein Gegengewicht durch gute Ernährung entgegenzusetzen hat, sind geradezu schauderhaft.

Endlich standen gewisse Eigentümlichkeiten des englischen Grundbesitzrechtes der Besserung der Wohnungsverhältnisse im Wege. Das Land, auch der Grund und Boden der Städte, gehört im allgemeinen wenigen großen Besitzern (landlords). Ganze Stadtteile von London z. B. sind im Besitze der Herzöge von Westminster und von Bedford. Sie haben das Land stückweis an Unternehmer verpachtet, die entweder Ackerbau darauf treiben oder, wie in den Städten, Häuser darauf bauen und weitervermieten; ein derartiger Pachtvertrag heißt lease, der Pächter leaseholder oder lessee. Die Pachtzeit ist meist 99 Jahre; nach Ablauf dieser Zeit fällt das Land mit allen darauf errichteten Gebäuden an den Grundherrn zurück, und zwar ist der Pächter verpflichtet, alle Gebäude in gutem Zustande zu übergeben. Gewiß haben diese Besitzverhältnisse auch ihre guten Seiten. Ihnen ist es zum Teil zu danken, daß die Engländer bis in die jüngste Zeit am Wohnen im Einzelhause festhalten konnten, denn durch sie wurde das Aufkommen des Bodenwuchers verhindert, der anderwärts die Grundstückspreise in die Höhe trieb. Infolgedessen können die wohlhabenden und mittleren Klassen noch heut in London für dasselbe Geld weit besser wohnen als in Berlin.

Für die wirtschaftlich Schwächsten aber wurde dieser Segen zum Fluch. Denn entweder wurden beim Beginn der industriellen Entwicklung schlechte Häuser auf bisher unbebautem Gelände von gewissenlosen Pächtern rasch, schlecht und möglichst billig errichtet, sie zu bessern hatte weder Pächter noch Inhaber ein Interesse, da sie ja schließlich an den Grundherrn fielen; die Verpflichtung sie dann in „gutem Zustande“ an ihn abzugeben, drückte bei so geringwertigen Gegenständen weniger als bei wertvollen, zumal der Pachtinhaber bis dahin meist mehrmals wechselte. Oder der andere fast noch schlimmere Fall trat ein, daß ursprünglich bessere, für eine Familie bestimmte Häuser mit reichlichem Hof und Gartenlande an Wert verloren, weil der Zeitpunkt des Ablaufs ihres Pachtvertrages nicht mehr allzufern war; es ist festgestellt, daß dies Niedergehen des Wertes bei 99jährigem Pachtvertrage etwa nach 50 Jahren beginnt. Der Pächter sucht dann seinen Pachtvertrag möglichst an einen andern abzuschieben, um mit der Instandsetzung zur Übergabe nichts zu tun zu haben; dieser sucht so viel als möglich durch Mieten herauszuschlagen und das Haus dann wieder los zu werden. Und so fort. Die Folge ist, daß es — besonders wenn die Nachfrage nach kleinen Wohnungen stark ist — zu kleinen Teilen, schließlich zimmerweis an lauter verschiedene Parteien vermietet wird, da dies ein Mittel ist, einen höheren Mietsertrag zu erzielen; Zubehör und Nebenanlagen, mögen sie auch für eine Familie ausreichend gewesen sein, genügen dann in gesundheitlicher Hinsicht nicht mehr. Sie zu verbessern, fällt niemand ein. Hof und Garten wurden vielleicht ebenfalls noch bebaut, um das Land besser auszunutzen. So entstanden jene abscheulichen engen Wohnhöfe, die sich in London und andern Städten Englands so viel finden und unter dem Namen „slums“ bekannt sind. Sie sind in der Regel nur durch einen Torweg oder schmalen Gang mit der Straße verbunden, selten breiter als 2 bis 3 m und von drei- oder vierstöckigen Häusern umgeben. Zieht man

dazu die an sich nachlässigen Lebensgewohnheiten ihrer Bewohner in Betracht, so kann man sich vorstellen, was diese dunklen Schmutzhöhlen für die Gesundheit der Stadt bedeuten. Die Sterblichkeitsziffern bestätigen dies. Folgende Tabelle zeigt die Zahl der Todesfälle auf 1000 Bewohner für London und einige der schlimmsten Gebiete in verschiedenen Jahren:

	1889	1894	1896—99	1898	1899
Ganz London	18.40	17.70	18,4	18,3	19.3
Boundary street	40,13	—	—	—	—
Ungesundes Gebiet im Strandbezirk	—	41,36	—	—	—
Webber-row	—	—	30,6	—	—
Aylesbury place	—	—	48,6	—	—

Mit diesen hier genannten Gebieten ist seitdem glücklicherweise aufgeräumt worden.

I. Gesetzgebung.

1. Wohnungspflege.

Das Cholerajahr 1831 brachte die geschilderten Mißstände zuerst zur öffentlichen Kenntnis. Damals wurden in London „Haus-zu-Hausbesuche" der Ärzte eingerichtet, um jeden Krankheitsfall sofort zu entdecken; die Ärzte richteten natürlich ihre Aufmerksamkeit auch auf die Umgebung der Kranken. Daraus entwickelte sich eine Überwachung der Wohnungen, die aber nicht einheitlich geregelt war, weil London damals keine zentrale Verwaltung besaß, sondern in die City und 42 Bezirke oder Kirchspiele zerfiel, an deren Spitze je eine aus Wahlen hervorgegangene Behörde, Bezirksausschuß (district board oder vestry) stand. Daher blieben die Überwachungen auch ziemlich erfolglos. So waren es denn ganz haarsträubende Zustände, die endlich, 1851, auf Betreiben des Earl of Shaftesbury (später Lord Ashley) zum Erlaß von Gesetzen führten, die unter dem Namen der Shaftesburyschen Gesetze bekannt sind; sie befaßten sich mit den Miethäusern (lodging-houses) und den allgemeinen Logierhäusern (common lodging houses) der ärmsten Klassen, gaben Vorschriften über Anmeldung dieser letzteren Art von Häusern und wollten den Bau neuer, besserer Häuser der ersten Art erleichtern. Der wesentliche Unterschied zwischen Miet- und Logierhäusern wird darin gesehen, daß im allgemeinen Logierhaus Menschen, die einander fremd sind, einen gemeinsamen Raum bewohnen und eine Küche gemeinsam benutzen, während im Miethaus Zimmer oder Zimmergruppen mit besonderem Küchenfeuer an Familien einzeln vermietet werden.

Die Rede, mit der Lord Shaftesbury seinen Gesetzesvorschlag im Parlament unterstützte, wirft grelles Licht auf die Mißstände, die um 1850 herrschten. Die durchschnittliche Wochenmiete für einen Raum betrug $2^1/_2$ Schilling, der Zustand in den Hospitälern und allgemeinen Logierhäusern wird grauenerregend geschildert; er führt den Bericht eines Stadtmissionars, wonach in einem Zimmer von etwa 5,50 m zu 3 m Fläche 58 Menschen, Männer, Frauen und Kinder und drei Hunde die Nacht zubrachten; „es wimmelt von Ungeziefer; atmen ist fast unmöglich, und die Missionäre bekommen Anfälle von Erbrechen oder Ohnmacht beim Betreten dieser Häuser". In einem andern Zimmer desselben Hauses, nur 3 zu 4 m groß, schliefen 32 Menschen! Andere Fälle werden aufgeführt, wo drei Familien in einem Zimmer wohnten, und ähnliches mehr. Erst seit Erlaß der Shaftesburyschen Gesetze kann man von einer Wohnungspflege in England reden.[2]) Zunächst blieb ihr Erfolg freilich gering, weil es an einer einheitlichen und machtvollen Behörde fehlte, sie durchzusetzen; ein Teil von ihnen war zudem sogenanntes „Adoptiv"-Gesetz, d. h. es blieb jeder Stadtverwaltung überlassen, ihn nach Gutdünken anzunehmen und anzuwenden oder nicht. Es wurde erst besser zunächst in London, als im Jahre 1855 der Hauptstädtische Arbeitsausschuß in London (Metropolitan Board of Works) gebildet und ihm die Fürsorge für die Arbeiterwohnungen übertragen wurde. Dieser Arbeitsausschuß, aus Abgeordneten der Bezirksausschüsse gebildet, wurde zunächst nur zur Durchführung bestimmter Straßenbauaufgaben ins Leben gerufen und war wohl gar nicht als dauernde Einrichtung gedacht. Im Laufe der Zeit wurden ihm aber immer mehr Aufgaben und Machtbefugnisse dauernder Natur zugeteilt und mit ihm den übrigen Stadtverwaltungen im Lande auch.

Verschiedene Gesetze aus den Jahren 1855, 1866 und 1874 gaben den Stadtverwaltungen Befugnisse zur Beseitigung von Mißständen, zum Erlaß von Vorschriften für Miethäuser usw., aber erst 1875 wurde durch das öffentliche Gesundheitsgesetz (Public Health Act) die gesundheitliche Überwachung der Städte endgültig geregelt, nachdem für Schottland bereits 1868 ein ähnliches Gesetz erlassen war. Das Gesetz schuf für jede Stadt eine aus Gemeindevertretern gebildete Gesundheitsbehörde (Local Sanitary Authority), die einen Stadtarzt (Medical officer of Health) anzustellen hat. (In London hat jedes Kirchspiel einen besonderen Stadt- oder Bezirksarzt neben dem officer of Health des Arbeitsausschusses oder des Grafschaftsrates.) Die Stadtärzte und ihre etwaigen Assistenten sind medizinisch vorgebildete Beamte, die in der Regel keine ärztliche Praxis, abgesehen von solcher an Krankenhäusern, ausüben. Ihnen zur Seite steht der Obergesundheitsaufseher (Chief Sanitary Inspector) mit einem Stab von Gesundheitsaufsehern (Sanitary Inspectors), die durch Unterrichtskurse vorgebildet sind und von denen jeder ein bestimmtes Gebiet (Fleisch- und Fischverkauf, Tierkrankheiten, Desinfektion, Logierhäuser usw.) unter sich hat. Diesen Gesundheitsbehörden, deren Personal oft sehr umfangreich ist, z. B. in Liverpool 62, in Glasgow 82 Mann beträgt, ist unter andern die Wohnungsaufsicht übertragen.

Das Gesetz von 1875 enthält genaue Bestimmungen über das Maß der Anforderungen, die in gesundheitlicher Beziehung gestellt werden sollen, sowie Strafandrohungen für Zuwiderhandelnde. Es zerfällt in vier Teile, die sich mit den Kellerwohnungen, den öffentlichen Logierhäusern, den Mietwohnungen und den „Mißständen" (nuisances) befassen.

In bezug auf Kellerwohnungen sind die Bestimmungen weniger streng, als die entsprechenden in Deutschland; es wird eine lichte Höhe von 7 Fuß = 2,14 m verlangt, die 1895 durch das Londoner Baugesetz, das für alle Wohn-

2) Die eigentliche Wohnungspflege im Gegensatz zum Bau neuer Wohnungen ist hier nur ganz kurz beleuchtet. Sie ist eingehender behandelt in dem Reisebericht von H. Olshausen und Dr. Reinke: Über Wohnungspflege in England und Schottland (Braunschweig, Friedrich Vieweg u. Sohn).

räume eine Mindesthöhe von 2,60 m vorschreibt, erhöht wurde. Die Decke soll 3 Fuß = 0,92 m über dem angrenzenden Boden liegen, ein Lichtgraben wird gefordert. Ferner sind Bestimmungen über die Ent- und Bewässerung, über die Größe der Fenster u. a. erlassen.

Die Vorschriften über die öffentlichen Logierhäuser (common lodging houses) verlangen, daß die Häuser als solche angemeldet werden müssen; der Leiter muß ein vertrauenswürdiger Mann sein und darf sein Amt nur mit Genehmigung der Behörde ausüben, deren Beamte jederzeit freien Zutritt haben. Zweimal im Jahre müssen die Wände aller Räume mit Kalk geweißt werden; die aufgenommenen Personen sind auf Erfordern der Behörden zu melden. Hausordnungen (bylaws) über die Zahl der aufzunehmenden Personen, Trennung der Geschlechter usw. sind den Ortsbehörden vorbehalten.

Bemerkenswert ist, daß die Aufsicht nur die gesundheitliche Seite im Auge hat, nicht die kriminalpolizeiliche, und daß die Gesundheitsbeamten in Wohltätigkeitsanstalten, z. B. denen der Heilsarmee, nicht ohne weiteres jederzeit freien Zutritt hatten.

Bestimmungen über Mietwohnungen sind wiederum größtenteils den Ortsbehörden überlassen, für die im Jahre 1888 eine Mustervorschrift (model-bylaw) herausgegeben wurde.

Die Anwendbarkeit dieses Gesetzes ist auf Häuser beschränkt, deren Jahresmietertrag eine gewisse Summe übersteigt, bei denen aber die Wochenmiete jedes einzelnen Mieters unter einer gewissen Summe bleibt. Vorschriften über Anmeldung der Häuser, Meldung der Einwohner auf Erfordern der Gesundheitsbehörde ermöglichen die Überwachung; solche über den erforderlichen Luftraum für jeden Bewohner (etwa $8\frac{1}{2}$ cbm für einen Erwachsenen und halb so viel für ein Kind), über Wasseraborte (je einer auf 12 Personen), über Lüftung, Höfe und Reinigung stellen das Maß der gesundheitlichen Anforderungen fest.

Der letzte Teil des Gesetzes handelt von „Mißständen" (nuisances), und zwar wird näher dargelegt, was alles als Mißstand anzusehen ist: z. B. ungesunde Abortanlagen, übelriechende Pfützen und Gossen, Anhäufungen von Schutt und dergleichen, ferner Teile von Häusern oder ganze Häuser, Fabriken oder Werkstätten, die in ihrer Anlage Gefahren für die Gesundheit mit sich bringen. Die Ortsbehörden werden angewiesen, von Zeit zu Zeit ihren Bezirk auf solche Mißstände hin zu besichtigen, jeder Privatperson wird die Befugnis erteilt, bemerkte Mißstände zur Anzeige zu bringen. Überzeugt sich die Behörde von der Notwendigkeit, einzuschreiten, so wird zunächst die etwa für verantwortlich erachtete Persönlichkeit — also meist der Besitzer oder Wohnungsinhaber — durch eine Mahnung (notice) des Gesundheitsamtes aufgefordert, den Mißstand innerhalb einer bestimmten Zeit zu beseitigen. Bleibt dies ohne Erfolg, so wird ein richterlicher Befehl erwirkt. Kann die Verantwortlichkeit einer bestimmten Person nicht nachgewiesen werden, so beseitigt die Ortsbehörde den Mißstand selbst. Weitere Paragraphen behandeln Strafandrohungen.

Es ist ersichtlich, daß das Gesundheitsgesetz starke Eingriffe in die persönliche Freiheit des Einzelnen unternimmt, und es läßt auf die Unhaltbarkeit der Zustände schließen, daß sich das englische Parlament, das sich sonst gegen jede Einmischung der Behörden in das Privatleben aufs heftigste wehrte, gezwungen sah, zu so strengen Maßnahmen seine Zustimmung zu geben! England ist überhaupt jetzt längst nicht mehr das gepriesene Land vollkommener persönlicher Freiheit; gerade auf dem Gebiete der Wohnung treten zu den Bestimmungen des Gesundheitsgesetzes noch recht verwickelte und gesundheitlich sehr strenge Baupolizeibestimmungen, die der früheren Willkür auf diesem Gebiete ziemlich straffe Zügel anlegen. Aber es verdient bemerkt zu werden, daß alle diese Eingriffe in die häuslichen Verhältnisse in der schonendsten Weise gehandhabt zu werden pflegen. Obwohl die Beamten freien Zutritt haben, bitten sie doch stets erst um Erlaubnis, bevor sie eine Wohnung betreten. Meist soll das Erscheinen des Gesundheitsaufsehers, der durch Erziehung und Herkunft dem großen Publikum näher steht, als ein medizinischer Beamter, allein schon genügen, einen Mißstand zu beseitigen. Was er nicht erreicht, pflegt die Mahnung des Gesundheitsamtes zu bewirken, so daß ein richterlicher Befehl nur sehr selten nötig wird.

Die Bestimmungen des Gesundheitsgesetzes für London von 1891 sind fast wörtlich dieselben, wie die des 1875 erlassenen allgemeinen; von den abweichenden Bestimmungen ist besonders bemerkenswert, daß schon bloße Übervölkerung in einem sonst guten Hause als „Mißstand" im Sinne des Gesetzes anzusehen ist. Weitere Bestimmungen regeln die Verteilungen der Verpflichtungen auf die verschiedenen Londoner Verwaltungsbehörden.

2. Beseitigung schlechter und Bau neuer Wohnungen.

Nachdem man in England mit dem alten Grundsatz des völligen Gehenlassens einmal gebrochen hatte, ging man, was das Wohnungselend anbetrifft, schon bald zu tatkräftigem Einschreiten über, in erster Linie durch Schließung baufälliger oder sonst nicht verbesserungsfähiger Häuser. Hierzu war zunächst den Stadtverwaltungen verschiedener Städte durch Ortsgesetze die Befugnis erteilt worden. Das erste allgemeine Gesetz, das sich mit der Regelung dieser Frage befaßt, erlangte im Jahre 1868 die Bestätigung des Parlaments; es wird nach seinem Urheber das Torrenssche Gesetz genannt und beruht auf dem Grundsatze,[3]) „daß die Verantwortung für die Erhaltung eines Hauses in ordentlichem Zustand auf den Besitzer (owner) fällt und daß, wenn er seine Pflicht vernachlässigt, die Behörde dem Gesetze gemäß berechtigt ist, einzuschreiten und ihn zur Durchführung der notwendigen Verbesserungen zu zwingen." Unter Besitzer ist an dieser Stelle nicht der Eigentümer des Grund und Bodens, sondern der Besitzer des Hauses, der Hauptpächter des Grund und Bodens zu verstehen. Das Gesetz gibt zunächst Bestimmungen über die Überwachung der Wohnungen und über die Auffindung und Abstellung von Mißständen, Bestimmungen, die später in das Gesundheitsgesetz übergegangen sind (siehe oben). Der Hauptwert des Gesetzes besteht aber darin, daß es den städtischen Behörden die Befugnis erteilt, die Niederreißung solcher Häuser, die durch Verbesserung nicht mehr bewohnfähig zu machen sind, vom Besitzer zu verlangen oder auf seine Kosten selber durchzuführen. Wenn ein Gesundheitsbeamter solche Häuser in seinem Bezirk findet oder eine Anzeige von mindestens vier Hausbesitzern erhält, die auf solche Zu-

3) Sieh Bericht der Königl. Kommission 1884/5, S. 12.

stände hinweist, hat er einen Bericht darüber (first representation) an die Stadtverwaltung, in London an den Bezirksausschuß, der die Stadtverwaltung in dieser Beziehung vertritt, zu erstatten und diese Behörde hat dann zu entscheiden, ob bauliche Verbesserungen oder Niederreißen vom Besitzer verlangt werden soll.[1]) Eine Abänderung erfuhr dieses Gesetz im Jahre 1879 durch das sogen. zweite Torrenssche Gesetz. Danach kann der Besitzer eines Hauses, der von der Ortsbehörde den Befehl erhalten hat, bauliche Veränderungen vorzunehmen oder sein Haus abzubrechen, binnen drei Monaten nach Empfang des Befehles verlangen, daß die Behörde das Haus kaufe, der Preis wird durch einen von der Regierung ernannten Schätzmann festgesetzt; der Schätzung soll der Marktwert unter Berücksichtigung des derzeitigen Zustandes des Besitztums zugrunde gelegt werden, jedoch ohne eine Vergünstigung wegen Zwangsverkaufs zu gewähren. Ein zweiter Nachtrag von 1882 dehnte die obigen Befugnisse der Ortsbehörden auch auf Häuser aus, die zwar an sich nicht unbewohnbar waren, aber andern Häusern Licht und Luft raubten oder sie sonst zum Bewohnen ungeeignet machten oder ihrer Verbesserung im Wege standen (obstructive buildings). Jedoch schon wenige Jahre nach Erlaß des ersten Torrensschen Gesetzes begann man einzusehen, daß in vielen Fällen mit der Niederreißung einzelner Häuser wenig gebessert war; denn eins der Hauptübel der „ungesunden" Wohnungen bestand darin, daß sie an engen Straßen oder in den oben beschriebenen trostlosen Wohnhöfen (slums) lagen, in denen jede Lufterneuerung um so mehr mangelte, als auch die benachbarten Nebenstraßen in der Regel nur 3—4 m, die Hauptstraßen 8—10 m breit waren. Dem war nur abzuhelfen, wenn ein ganzer Block solcher gesundheitswidriger Bauten abgerissen wurde, um neue, breitere Straßen anzulegen, in denen auch von vorn herein für eine gesundheitsgemäße Kanalisation gesorgt war.

So erschien denn auf Grund dieser Erkenntnis im Jahre 1875 das „Arbeiterwohnungsverbesserungs-Gesetz" (Artisans' and Labourers' Dwellings Improvement Act), nach seinem Urheber Sir Richard Cross kurz Crosssches Gesetz genannt.

Die Ortsbehörden — in London nicht die Bezirksausschüsse, wie beim Torrensschen Gesetz, sondern der Städtische Arbeitsausschuß und für die City der inzwischen aufgehobene Kanalisierungs-Ausschuß der City (City Commissioners of sewers) — wurden dadurch ermächtigt, „ganze Gebiete (areas), in denen die Häuser so baufällig sind, daß sie nicht wiederhergestellt werden können, und so ungünstig in ihrer Stellung zu einander, daß, sie in einen ordentlichen gesundheitsgemäßen Zustand zu bringen, nur durch Niederreißen und Wiederaufbauen möglich ist", auf dem Wege der Zwangsenteignung unter Ablösung aller darauf ruhenden Pachtverträge und sonstigen Verpflichtungen zu erwerben, einen neuen verbesserten Bebauungsplan (improvement scheme) dafür aufzustellen und die neuen Straßen danach anzulegen. Das Verfahren, das dafür vorgeschrieben wurde, ist folgendes. Jeder Gesundheitsbeamte ist verpflichtet, entweder auf eigene Wahrnehmung oder auf die Anzeige von mindestens zwei Friedensrichtern oder zwölf Steuerzahlern hin einen Bericht (representation) über solche etwa in seinem Bezirk befindlichen Gebiete an die Ortsbehörde einzureichen. Diese soll den Fall untersuchen und gegebenenfalls einen Verbesserungsplan aufstellen, der die Unterbringung von ebensoviel Personen ermöglicht, als vorher dort gewohnt haben. Der Entwurf ist dem Ministerium (Secretary of State) vorzulegen, das ihn durch einen vorläufigen Bescheid genehmigt. Dieser muß zwar durch einen Parlamentsbeschluß erst endgültig bestätigt werden, doch kann die Ortsbehörde schon mit der Enteignung beginnen und zwar zunächst durch dreiwöchige öffentliche Bekanntmachung des Entwurfes; der Kaufpreis, sowie die an die Pächter und Unterpächter zu zahlenden Entschädigungen sollen von einem von der Ortsbehörde oder der Zentralstelle für Ortsverwaltung dazu bestimmten Schätzmann festgesetzt werden. Dabei ist der Marktwert zugrunde zu legen. Die Pächter und sonstigen Interessenten können darauf ihre etwaigen Einwürfe und Beschwerden vorbringen, denen durch Verhandlungen oder, wenn solche erfolglos, durch ein Verfahren vor einer Art Schöffengericht Rechnung getragen wird. Danach hat die Behörde die alten Häuser abzureißen und die neuen Straßen mit den nötigen Kanalisationen anzulegen; den Baugrund soll sie aber in der Regel wieder an Unternehmer verkaufen, die sich verpflichten müssen, den behördlichen Vorschriften entsprechende Arbeiterhäuser darauf zu erbauen und diese Häuser für eine bestimmte Zeit auch zu keinen anderen Zwecken zu verwenden oder zu verkaufen. Der große Mangel dieses Enteignungsverfahrens besteht in der Überweisung der Beschwerden an ein Laiengericht. Diese Leute stehen — wie die Erfahrung in England gezeigt hat, immer auf Seite der Verkäufer, weil sie oft selbst Grundbesitzer oder Pächter sind. Und so müssen die Behörden bei Enteignungen in England stets viel zu hohe Preise zahlen.

Von den geldlichen Bestimmungen ist die wichtig, daß die Behörde Geld zur Durchführung der Entwürfe leihen darf; die geliehenen Summen müssen aber in 60 Jahren getilgt werden.

Der Unterschied des Torrensschen und des Crossschen Gesetzes besteht also in folgendem:

1. im Umfang des zu behandelnden Gegenstandes;
2. beim Verfahren nach dem Crossschen Gesetz ist die durch Parlamentsbeschluß bestätigte Genehmigung des Ministeriums nötig;
3. die Kosten trägt bei einem Verfahren nach dem Torrensschen Gesetz der Besitzer des Gebäudes (weil der Ortsbehörde keine Enteignungsrechte verliehen sind), bei einem Verfahren nach dem Crossschen Gesetz die Behörde.

Es stellte sich nun in der Praxis heraus, daß die Zugrundelegung des Marktwertes bei der Festsetzung des Preises für ein „ungesundes Gebiet" unpraktisch war; denn nach Bekanntwerden eines Verbesserungsgesetzes schnellte der Marktwert in die Höhe. Daher wurde in einem Nachtragsgesetz vom Jahre 1879 gestattet, daß bei Festsetzung des Preises Abzüge vom Marktwert im Hinblick auf die schlechte Beschaffenheit der Häuser gemacht werden dürften. Ferner konnte die Behörde von der Bestimmung entbinden, alle vorher auf dem betreffenden Gebiet ansässigen Personen

1) Von einer Wiedergabe der sich hieran anschließenden Vorschriften geldlicher Natur ist, weil dem Zwecke dieser Arbeit fern liegend, bei diesem und anderen Gesetzen abgesehen worden.

wieder dort oder in nächster Nähe unterzubringen, und erlauben, daß ein Bruchteil anderwärts untergebracht würde. Endlich wurde das sehr langwierige Verfahren bei Einsprüchen der Beteiligten vereinfacht.

Mit dem zweiten Nachtrag zum Torrensschen Gesetze von 1882 wurde auch das Crossche Gesetz nochmals ergänzt (Artisans' Dwellings Act 1882) und zwar dahin, daß der Bruchteil der aus ihren Wohnungen vertriebenen Bevölkerung, der mit Erlaubnis des Ministeriums anderwärts untergebracht werden durfte, nicht mehr als die Hälfte betragen solle; ferner wurde außer einigen formalen, Vereinfachung des Verfahrens bezweckenden Änderungen bestimmt, daß mit Gebäudegruppen, die nicht mehr als 10 Häuser umfaßten, nach dem Torrensschen Gesetz verfahren werden sollte.

Da aber trotz dieser Gesetze immer noch keine wesentliche Besserung der Verhältnisse eintrat, wurde 1884 eine Königliche Kommission zur eingehenden Untersuchung der Wohnungsfrage eingesetzt; den Vorsitz führte Sir Charles Dilke, zu Mitgliedern zählte sie außer dem Prinzen von Wales hervorragende Politiker und Parlamentarier, darunter Sir Richard Cross und Mr. W. T. M. Torrens. Das Ergebnis ihrer Untersuchung legte die Kommission 1885 in einem ausführlichen Bericht nieder, worin sie gleichzeitig Verbesserungsvorschläge machte. Es wird darin u. a. ausgeführt: Die Übervölkerung würde oft gerade durch die behördlichen Verbesserungspläne verschlimmert, weil die vertriebenen Bewohner die Nachbarschaft überschwemmten und es oft Jahre dauerte, bis, nach Niederreißung der alten, neue Häuser gebaut seien; viele Stadtverwaltungen und Bezirksausschüsse in London hätten von der Ermächtigung, Wohnungsgesetze (bylaws) zu erlassen, noch keinen Gebrauch gemacht; sie sollten veranlaßt werden dies zu tun; das Personal der Gesundheitsbehörden müßte verstärkt werden; die Eisenbahngesellschaften müßten für die zu ihren Zwecken enteigneten Häuser Ersatz schaffen; ferner verbreitet sich der Bericht über billige Arbeiterzüge, geldliche Fragen usw. Als Ergebnis des Kommissionsberichtes darf — nächst einem unbedeutenden Gesetze von 1885, das sich hauptsächlich mit der Erweiterung der Miet- und Logierhausgesetze von 1851 bis 1867 befaßte — das sehr wichtige Stadtverwaltungs-Gesetz (Local Government Act) von 1888 angesehen werden. Denn nicht nur war in dem Bericht das lässige Verfahren des Arbeitsausschusses in der Arbeiterwohnungsfrage einer abfälligen Beurteilung unterzogen worden, sondern die Kommission hatte auch aufgedeckt, daß mehrere Mitglieder sich schlimmer Bestechlichkeit schuldig gemacht hatten. Daher räumte das Verwaltungsgesetz ganz mit dieser Behörde auf und verwandelte ganz London mit Ausnahme der City, die ihre alte Verwaltung behielt, in eine Grafschaft (county), an deren Spitze ein Grafschaftsrat (county council) steht, der aus allgemeinen, unmittelbaren Wahlen hervorgeht, und der die Interessen der unbemittelten Klassen weit besser vertritt, als der bisherige Arbeitsausschuß. Er besteht aus 118, alle drei Jahre neu zu wählenden Mitgliedern — zwei für jeden Parlamentswahlbezirk — und 19 Ältesten, die von den Mitgliedern für je sechs Jahre zu wählen sind. Den Vorsitz, der ein unbezahltes Ehrenamt ist, führte von 1889 bis 1891 Lord Rosebery. Der Grafschaftsrat bildet aus seinen Mitgliedern Ausschüsse für die einzelnen Zweige seiner Tätigkeit, die die nötigen Unterbeamten, Schreiber und sonstigen Hilfskräfte anstellen. Da ihm auch die Fürsorge für die Arbeiterwohnungen übertragen war, wurde ein Ausschuß für Arbeiterwohnungen (Housing of the Working Classes Committee) gebildet, der aus fünfzehn Mitgliedern und drei Vorstandsmitgliedern besteht.

Mit der Bildung dieses Londoner Grafschaftsrates kam in ganz England neues Leben in die Behandlung der Wohnungsfrage. Der Anregung dieser Behörde ist es zu danken, daß das Arbeiterwohnungsgesetz (Housing of the Working Classes Act) von 1890 die Bestätigung des Parlaments fand; dies von dem segensreichsten Einfluß für ganz England begleitete Gesetz ist eine Zusammenfassung aller bisher erlassenen Wohnungsgesetze mit wichtigen Verbesserungen, besonders der Torrensschen Gesetze.

Es zerfällt in sieben Teile mit folgenden Überschriften: 1. Ungesunde Gebiete. 2. Ungesunde Wohnungen. 3. Logierhäuser für die arbeitenden Klassen. 4. Ergänzungen. 5. und 6. Anwendung in Schottland und Irland. 7. Aufhebung bestehender Gesetze und Übergangsbestimmungen.

Der erste Teil gibt das schon bestehende Crossche Gesetz fast unverändert wieder. Unterschiedlich vom früheren Gesetz enthält es strengere Bestimmungen hinsichtlich der Festsetzung der Entschädigungen an die Pächter, um zu verhindern, daß für diese die Enteignung eines ungesunden Gebietes ein gutes Geschäft würde. Und außerdem — und das ist bei der im allgemeinen noch immer bestehenden Abneigung der englischen Behörden gegen tätiges Eingreifen in Privatangelegenheiten sehr wichtig — Bestimmungen, die den Steuerzahlern ermöglichen, nicht nur die Aufmerksamkeit der Ortsbehörde auf Mißstände zu lenken, sondern sie auch zu zwingen, etwas dagegen zu tun, indem ihnen das Recht der Berufung an die Zentralstelle für Ortsverwaltung (Local Government Board) gegeben wird. Der zweite Teil enthält eine Zusammenfassung der drei unter Torrens' Namen bekannten Gesetze mit einigen Erweiterungen. Von denen ist die wichtigste die, daß für den Fall der Anwendung dieses Teils des Gesetzes auf kleinere Grundstücke — also bei Gruppen von nicht mehr als zehn Häusern — den Ortsbehörden ähnliche Machtbefugnisse hinsichtlich der Zwangsenteignung erteilt werden, wie sie das Crossche Gesetz für den Fall der Behandlung eines Gebietes festgesetzt hat. In London muß der neue Bebauungsplan für solche durch einen Bezirksausschuß gesäuberte Gebiete vom Grafschaftsrat ausgearbeitet und festgestellt werden, bedarf jedoch eines Parlamentsbeschlusses zu seiner Bestätigung nicht. Auch darf der Grafschaftsrat statt eines säumigen Bezirksausschusses selber einschreiten und den Bezirksausschuß zu einem Teil der Kosten heranziehen. Umgekehrt kann der Grafschaftsrat zur geldlichen Unterstützung von Entwürfen eines Bezirksausschusses herangezogen werden. Bei Streitigkeiten entscheidet die Zentralstelle für Ortsverwaltung (Local Government Board), eine Behörde, die in mancher Beziehung unserm Ministerium des Innern entspricht. Außerdem sind Bestimmungen getroffen über das Verfahren, das in dem Fall einzuschlagen ist, daß ein Sanierungsprojekt während der Bearbeitung über die Grenzen hinauswächst, innerhalb deren es nach dem Torrensschen Gesetz behandelt werden darf.

Es hatte sich nämlich herausgestellt, daß in London gerade solche kleineren „ungesunden" Gebiete, die auf der Grenze zwischen der Anwendbarkeit beider Gesetze liegen, oft unverbessert blieben, weil die Bezirksausschüsse die Sache und somit die Kosten auf die Zentralbehörde abschieben wollten, diese sie aber auf den betreffenden Bezirksausschuß zu wälzen geneigt war; da keine von diesen Behörden auf die andere einen Zwang auszuüben vermochte, eine beiden vorgesetzte Behörde aber nicht vorhanden war, so unterblieb die Verbesserung ganz.

Der dritte Teil des Gesetzes ist eine Zusammenfassung der Logierhausgesetze von 1851 bis 1885 und enthält somit Paragraphen des Gesundheitsgesetzes, nur mit dem Unterschiede, daß, wenn nach jenem Gesetz verfahren wird, der Besitzer die Kosten trägt, während dies Gesetz sie dem Stadtsäckel auflegt. Danach entscheidet sich meist, welches Gesetz zur Anwendung gelangt. Ferner ist den Ortsbehörden das Recht zur Zwangsenteignung von Land, auch ohne daß dies „ungesundes Gebiet" ist, zum Zwecke der Erbauung von öffentlichen Logierhäusern oder Wohnhäusern für die arbeitenden Klassen gegeben und dazu die Pflicht auferlegt, auf so erworbenem Land selber solche Gebäude zu errichten, zu unterhalten und zu leiten. Ähnliche Bestimmungen, wie im ersten und zweiten Teil, regeln das öffentliche Bekanntmachen der Pläne und die Berücksichtigung etwa dagegen erhobener Einwürfe, sowie die Bestreitung der Kosten.

Aus dem vierten Teil, der Strafbestimmungen und dergleichen enthält, ist § 78 von Wichtigkeit, der eine Entschädigung für Mieter vorsieht, die durch ein Sanierungsprojekt aus ihrer Wohnung verdrängt werden; die Entschädigung bleibt aber auf die Mieter beschränkt, deren Mietvertrag auf weniger als ein Jahr lautet; damit nur die wirtschaftlich Schwachen, deren Mietverträge in der Regel wöchentliche sind, den Vorteil der Entschädigung genießen.

Der fünfte, sechste und siebente Teil enthalten Sonderbestimmungen für Irland und Schottland, sowie Übergangsbestimmungen, erfordern also kein näheres Eingehen.

Nach diesem Gesetz vollzieht sich zur Zeit die obrigkeitliche Fürsorge für die Wohnbedürfnisse der arbeitenden Klassen in England.

Ergänzungen erfuhr es erstens 1894 durch die Londoner Bauordnung, mit Nachtrag von 1898, enthaltend Bestimmungen über die zulässige Höhe von Arbeiterwohnhäusern und über die Größe des freien Luftraumes vor und hinter dem Hause, die etwas strenger sind als die für andere Häuser geltenden. Zweitens in finanzpolitischer Beziehung durch das Arbeiterwohnungsgesetz 1894, und endlich durch ein Nachtragsgesetz 1900; dieses erweitert die unter Teil III des Gesetzes gegebene Machtbefugnis der Ortsbehörden dahin, daß sie auch Land außerhalb ihres Verwaltungsgebietes zum Bau von Arbeiterwohnungen erwerben dürfen.

II. Tätigkeit auf Grund der Wohngesetze.

1. Städtische Verwaltungen.

Wie aus diesem Abriß der einschlägigen Gesetzgebung ersichtlich, ist in der englischen Arbeiterwohnungspolitik nirgends von unmittelbarem Eingreifen der Staatsgewalt die Rede, sondern diese Tätigkeit und die dazu nötigen Machtmittel sind ganz den Stadtverwaltungen übertragen. Es entspricht nicht der englischen Auffassung des Staates, ihm derartige Aufgaben zuzuweisen; daher hat es auch in England der Staat niemals unternommen, etwa selbst Gebiete zu sanieren oder Arbeiterkolonien anzulegen, sondern was geschehen ist, ist von den Städten und von Privaten oder Gesellschaften getan worden.

Unter den Städten bietet natürlich London das bei weitem größte Interesse; hier tauchte die Wohnungsfrage zuerst auf, hier war das Elend am größten, hier hat auch die behördliche Tätigkeit den größten Umfang erreicht. Von 1855 bis 1889 lag, wie erwähnt, die Fürsorge für die Arbeiterwohnungen in den Händen des städtischen Arbeitsausschusses. Dieser hat auf Grund des Crossschen Gesetzes 16 Sanierungsprojekte durchgeführt, die zusammen ein Gebiet von etwa 17 ha umfaßten, die Wohnungen für 27780 Personen verbesserten und einen Kostenaufwand von 1323415 Pfund Sterling = rd. $26\frac{1}{2}$ Mill. Mark erforderten. Zur Neubebauung wurde das Land dann an Gesellschaften, meist an den Peabody Trust verkauft; von seiner Befugnis, selbst zu bauen, hat der Arbeitsausschuß keinen Gebrauch gemacht. Von einer bemerkenswerten Tätigkeit der Bezirksausschüsse auf Grund des Torrensschen Gesetzes ist in dieser Zeit nichts zu spüren; sie begnügten sich mit Schließung oder Ausbesserung einzelner Häuser, nur einige von ihnen übten eine ordentliche Überwachung der Logierhäuser aus, viele erließen nicht einmal Vorschriften für diese.

Wenn nun trotz dieser den Zahlen nach immerhin ganz achtungswerten Tätigkeit des Arbeitsausschusses zu Beginn der achtziger Jahre die Verhältnisse sehr wenig oder gar nicht gebessert waren, so hatte das mehrere Gründe. Der erste ist wohl in dem fortwährend vermehrten Zufluß der Bevölkerung nach London zu sehen, demgegenüber die Tätigkeit der Behörden verschwindend war. Zweitens aber trug der Arbeitsausschuß auf andere Weise wieder selbst zur Verschlimmerung der Übervölkerung bei und zwar durch Arbeiten, die zwar für das Wohl aller bestimmt waren, allzu oft aber der ärmeren Bevölkerung nur Schaden brachten. Dahin gehören hauptsächlich die Straßenbauten und Straßenerweiterungen des Arbeitsausschusses, ferner der Bau von öffentlichen Gebäuden, Schulen usw. Es wurden dadurch oft bedeutende Gebiete, auf denen bisher Wohnungen der Armen standen, enteignet und die Häuser darauf niedergerissen, aber versäumt, den so Vertriebenen neue Unterkunftsstätten zu errichten. So waren sie gezwungen, in den umgebenden Stadtteilen Wohnung zu suchen, und verschlimmerten dort die Übervölkerung. Der dritte Grund, der verhinderte, daß die verausgabten Millionen mehr Segen stifteten, liegt in der Lässigkeit, mit der die Sanierungsarbeiten vom Arbeitsausschuß betrieben wurden; die Verhandlungen zogen sich endlos hin, so daß es Jahre und Jahre dauerte, bis die von den alten Häusern gesäuberten Gebiete neu bebaut wurden. Hieran mochten die gesetzlichen Bestimmungen zum Teil schuld sein. Der Bericht der Königlichen Kommission von 1885 stellt jedoch fest, daß der Fehler mehr bei der Verwaltung lag, als der Gesetzgebung zur Last fiel. Die ganze politische Richtung des Arbeitsausschusses war überhaupt keine arbeiterfreundliche, wie denn auch die Wohn-

gesetzgebung bis 1889 zum Teil gegen seinen Willen erfolgt ist. Das ist bei einer aus indirekten Wahlen hervorgegangenen Behörde auch erklärlich, setzten sich doch die Bezirksausschüsse, aus deren Abgeordneten der Arbeitsausschuß bestand, aus Kreisen zusammen, deren Interessen meist denen der arbeitenden Klassen entgegengesetzt waren und denen dabei die Höhe der Lebensanschauung fehlte, die die Interessen der arbeitenden Klassen als Interessen der Allgemeinheit ansieht: nämlich aus dem kleinbürgerlichen, gewerbetreibenden Mittelstand. Viele dieser Leute waren selber Pächter oder Unterpächter auf solch ungesunden Gebieten, und ihr natürlicher Wunsch war daher, daß alles beim alten bliebe.

Dies wurde anders, als der Grafschaftsrat das Erbe des Arbeitsausschusses antrat. Wie erwähnt, geht dieser aus direkten Wahlen hervor und ist daher eine ausgesprochen demokratische Behörde. Er übernahm sechs unvollendete Sanierungsprojekte von seinem Vorgänger und schlug bei ihrer Durchführung sofort einen neuen Weg ein, indem er bei fünf Projekten den Neubau der Häuser selbst in die Hand nahm, bei dem sechsten beschloß, das sanierte Gebiet als freien Platz auszugestalten; denn das bisherige Verfahren, die sanierten Gebiete zum Verkauf zu stellen, hatte sich als aussichtslos erwiesen, da keine annehmbaren Kaufgebote eingingen. Auch bei seinen weiteren Unternehmungen blieb er der Regel des Selberbauens durchweg treu. Er hat bis 1900 zwölf weitere Sanierungsprojekte ausgeführt, von denen das größte ein an der Boundarystreet im Kirchspiel Bethnalgreen gelegenes Gelände betraf; dort sind 5719 Personen aus ihren Wohnungen verdrängt und 5524 wieder untergebracht worden, mit einem Gesamtkostenaufwand von etwa 5600000 Mark. (Über Einzelheiten siehe den nächsten Abschnitt.) Vor der Verbesserung war die ungefähr 6 ha fassende Fläche mit etwa 20 engen Straßen und 730 Häusern bedeckt. 2128 Personen wohnten in 752 Einzimmerwohnungen; 2265 in 506 Zweizimmerwohnungen, und 1183 in 211 Wohnungen von drei und mehr Zimmern; die Sterblichkeitsziffer betrug 40,13 auf 1000 Bewohner. Wie eng die Bebauung war kann man aus Abb. 1 Bl. 5 ersehen; Abb. 2 Bl. 5 zeigt die Neuanlage.

Die Abb. 6 Bl. 5 stellt ein kleineres, das Churchway-Projekt dar; die punktierte Linie bezeichnet die neuen Straßenzüge, die starke schwarze Linie umgrenzt das angekaufte Gebiet. Diese Straßen werden meist 9,15 m bis 15,25 m breit angelegt, nur in wenigen Fällen breiter.

So hat der Grafschaftsrat an verschiedenen Stellen der Stadt ausgezeichnete Häuserviertel errichtet. Dazu hat er von dem dritten Teil des Wohnungsgesetzes, der ihm gestattet, Land, auch ohne daß es ein „ungesundes Gebiet“ ist, für Arbeiterwohnungszwecke auf dem Enteignungswege anzukaufen, ausgiebigen Gebrauch gemacht. Er kaufte einen großen Teil des vom früheren Millbankgefängnis eingenommenen Grundstücks hinter der Tategallerie für beinahe 445000 Mark und errichtete darauf eine ähnliche Anlage wie in Bethnalgreen, ferner zwei Grundstücke vom Herzog von Bedford in Herbrandstreet für 800000 Mark und ein großes, der aufs Land verlegten Reidschen Brauerei gehöriges Gelände für rund 4 Millionen Mark, dessen Bebauung der Vollendung nahe ist. Seine neueste Politik geht dahin, große Gelände in der Umgebung der Stadt zu erwerben, wozu ihn das Nachtragsgesetz von 1900 ermächtigt, und dort Einfamilienhäuser zu bauen. So hat er die sogenannten Totterdownfelder zu Tooting, ein Gebiet von etwa $15^1/_2$ ha für rund 890000 Mark gekauft und mit dem Bau der Häuser bereits begonnen; ferner ein anderes Gelände bei Norbury von $12^1/_2$ ha mit guter Ziegelerde für 400000 Mark, auf dem er eigene Ziegelbrennerei betreibt. Das größte Unternehmen aber ist der Erwerb eines 91 ha umfassenden Gebietes, White Hart Lane bei Tottenham, für das rund 1820000 Mark bezahlt sind; doch ist mit der Bebauung desselben noch nicht begonnen.

Für die durch seine Tunnel- und Brückenbauten (Blackwall-Tunnel und Battersea-Brücke) aus ihren Wohnungen vertriebene Bevölkerung baute er Häuser mit einem Kostenaufwand von 132100 Mark, löste ein altes Versprechen ein, das der frühere Arbeitsausschuß den Hökern und kleinen Händlern des Kirchspiels St. Lukas gegeben hatte, und baute ihnen ein Wohnhaus mit Lagerräumen und Läden, und errichtete und leitet ein ausgezeichnetes Musterlogierhaus für 324 Personen in der Parkerstreet; ein zweites, größeres Musterlogierhaus für 804 Personen, das über 1 Million Mark kosten soll, ist geplant.

Auch die Bezirksausschüsse entfalteten nunmehr eine rege Tätigkeit: bis 1900 hatten sie zwölf größere und kleinere Sanierungsprojekte in Angriff genommen und zum Teil schon durchgeführt, die im ganzen etwa 3600000 Mark erfordern; der Grafschaftsrat trug einen Teil, bis zur Hälfte, der Kosten; der Bezirksausschuß von Shoreditch baute auch selber auf dem so gesäuberten Gebiet; sonst befolgten die Ausschüsse die Regel, die Grundstücke zur Bebauung zu verkaufen, bisweilen an den Grafschaftsrat. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die gesamte behördliche Sanierungs-Tätigkeit in London von 1855 bis 1900.

Name der Behörde	Größe des Gebietes ha	Anzahl der verdrängten Personen	Zahl der neuerbauten Wohnungen von						Anzahl der untergebrachten Personen	Geschätzte Kosten der Sanierungsarbeiten ℳ	Geschätzte Kosten der Gebäude einschl. Landerwerb ℳ
			1 Z.	2 Z.	3 Z.	4 Z.	5 Z.	Zus.			
Städtischer Arbeitsausschuß	20,68	29056	—	—	—	—	—	—	27780	32101760	—
Grafschaftsrat (zum Teil mit Unterstützung eines Bezirksausschusses)	14,12	16277	134	2314	1539	257	8	4352	34196	22296000	25811470
Bezirksausschüsse (meist mit Unterstützung d. Grafschaftsrates)	3,25	4042	—	25	50	—	—	75	2452	80840	546220
Zusammen	38,05	49375	134	2339	1589	257	8	4427	—	54478600	26358190

Es ist also gewiß eine außerordentlich rege und umfassende Tätigkeit, die der Grafschaftsrat entwickelt hat. Daß er ganz das erreicht hat, was er wollte, kann allerdings nicht behauptet werden. Es hat sich herausgestellt, daß die neuen Wohnungen für die aus den alten ungesunden Behausungen verdrängte Bevölkerungsklasse kaum in Betracht kommen, einmal weil sie, wie weiterhin erörtert werden wird, teuer sind, dann auch, weil immer zwischen dem Abbruch der alten und der Vollendung der neuen Häuser einige Jahre liegen, während deren die Leute doch wohnen müssen. So fanden sich bei einer Umfrage vor einigen Jahren nur zwanzig Personen in allen Grafschaftsratshäusern, die vorher auf demselben Gelände gewohnt hatten. Die verdrängten Bewohner wandern in die Nachbarbezirke und verursachen dort neue Übervölkerung. Ja, manche sollen mit Vorliebe solche Bezirke aufsuchen, aus denen sie in kurzem wieder verdrängt werden, in Erwartung der ihnen gewährten Abstandssumme. Die Bewohner der neuen Häuser sind meist von auswärts zugezogen. Viele Leute, die früher in „slums" wohnten, wollen gar nicht in die neuen gesunden Wohnungen ziehen, weil sie vor der Hausordnung und der vermehrten Arbeit, die ihre Instandhaltung erfordert, zurückschrecken. Es soll Leute geben, die einen feuchten Lehmestrich einem Holzfußboden, der Fegen und Scheuern verlangt, vorziehen. Wollte der Grafschaftsrat also seine Sanierungsbestrebungen in dem bisherigen Sinne fortsetzen, so hätte er immer neue Gebiete abzubrechen und würde so allmählich ganz London mit Arbeiterkasernen besetzen. Dabei hat der frühere Grafschaftsarchitekt Blashill berechnet, daß der Grafschaftsrat etwa 1120 Mark auf den Kopf der verdrängten und wieder untergebrachten Bevölkerung bezahlt, oder mit Abzug der Kosten für gleichzeitig erreichte Straßenverbesserung rund 1000 Mark.

Es ist also erklärlich, daß der Grafschaftsrat neuerdings ein anderes Verfahren einschlägt und Gelände außerhalb der Stadt ankauft, um Arbeitereinzelhäuser darauf zu bauen und dadurch das Innere der Stadt zu entvölkern. Er hat dabei allerdings mit einer andern Schwierigkeit zu rechnen, nämlich der Abneigung des englischen Arbeiters, weit von seiner Arbeitsstätte zu wohnen. Das war früher auch durch die hohen Fahrpreise der englischen Eisenbahnen sehr erschwert; erst seit nicht allzulanger Zeit haben sich die Gesellschaften dazu verstanden, Arbeiterzüge zu ermäßigten Preisen einzurichten. Die Zukunft wird lehren, ob es dem Grafschaftsrat gelingt, die Arbeiterbevölkerung an ein solches Wohnen, das die anderen Klassen schon völlig angenommen haben, zu gewöhnen, und ob er, bei den billigeren Grundstückspreisen der Vororte, imstande sein wird, dort gute und geräumige Wohnungen auch für die Leute zu schaffen, deren Wocheneinkommen nicht über 20 ℳ beträgt. Ein Teil der Arbeiterbevölkerung wird und muß natürlich in der Stadt bleiben, die Gelegenheitsarbeiter, die im Innern der Großstadt und besonders in den Docks mehr Aussicht auf Beschäftigung haben und, um sie zu erhaschen, stets zur Hand sein müssen. Es scheint, als ob jede Großstadt, besonders mit starkem Handelsverkehr, ein Heer solcher Leute brauchte, die darauf warten, einzuspringen, wo gerade ein Paar Arme gebraucht werden. Aber wenn die eigentliche gelernte Industriearbeiterschaft die Stadt verläßt, wird natürlich für die Gelegenheitsarbeiter mehr Raum und damit billigere Unterkunftsmöglichkeit geschaffen. Diese bilden aber noch nicht die unterste und elendeste Schicht des englischen Volkes. Das ist der wandernde Teil der Bevölkerung, Leute, die meist nichts ihr Eigen nennen, als was sie auf dem Leibe haben, und fast nie in ihrem Leben Miete bezahlen. Sie wohnen im Sommer meist unter freiem Himmel, im Winter entweder auf Kredit in einem gerade leeren Hause, bis sie ausgewiesen werden, oder finden notdürftig Unterkunft in Asylen für Obdachlose oder — im Gefängnis. Arbeit und Verdienst haben sie sehr selten — suchen auch wohl kaum danach —, sie leben von Bettel und Diebstahl, und es wird dem Kulturmenschen schwer, sich einen Begriff davon zu machen, wie sie überhaupt leben. Alle Versuche, sie auf eine höhere Stufe zu heben, prallen an ihnen ab. Werden sie durch ein Sanierungsprojekt irgendwo verdrängt, so verschwinden sie, niemand weiß, wohin, da in England keine Meldepflicht besteht. Die große Menge solcher Leute — die durch den Auswurf anderer Länder noch vermehrt wird — erschwert den englischen Behörden ihre Arbeit ungemein; Wohnungen für sie zu schaffen, ist unmöglich.

Nächst London ist wohl Liverpool die Stadt, in der die Tätigkeit der Stadtverwaltung den größten Umfang erreicht hat. Hier fanden sich besonders viele sogenannte back-to-back-Häuser, d. h. Häuser, die überhaupt keinen Hof besitzen, sondern mit den Rückseiten aneinanderstoßen, so daß sie, da sie auch seitlich eingebaut sind, überhaupt nur von einer Seite Licht und Luft bekommen können; dadurch ist eine Durchlüftung ausgeschlossen. Die städtische Verwaltung begann zunächst damit, diese Häuser umzubauen; entweder wurde je ein derartiges Häuserpaar durch Durchbruch von Türen vereinigt, oder es wurde jedes dritte Häuserpaar abgebrochen und den dazwischen stehenbleibenden Häusern seitliche Fenster gegeben; außerdem Aborte auf den so entstandenen Hofräumen gebaut, da vorher oft für eine ganze Häuserreihe von zehn oder mehr Häusern nur ein einziger Abort vorhanden war.

Daneben aber errichtete die Stadt bereits 1869 einen Block von drei- und vierstöckigen Gebäuden mit 123 Wohnungen von zwei bis drei Zimmern mit einem Kostenaufwand von 358600 Mark, einschließlich Landerwerb, unternahm seit 1875 Sanierungsprojekte größeren Maßstabes und baute auf den sanierten Gebieten größtenteils selber; 1885 wurde eine zweite große fünfstöckige Gebäudegruppe am Victoriasquare vollendet, die einschließlich des gesäuberten Grundes einen Wert von rund $1^1/_2$ Millionen Mark bedeutet und 269 Wohnungen von ein bis drei Zimmern nebst zwölf Läden enthält. Später ist die Stadt mehr und mehr von dem Bau dieser großen Mietskasernen abgekommen und hat Einzelhäuser oder eine Art Zwischending zwischen Einfamilien- und Stockwerkhäusern gebaut, für drei bis fünf Familien, deren jede einen besonderen Eingang von der Straße hat. (Genaueres darüber siehe nächsten Abschnitt.) Im ganzen besitzt Liverpool jetzt 1618 größtenteils auf saniertem Gebiet gelegene Wohnungen (zum Teil noch nicht ganz vollendet), von denen die neueren in Anlage und einfacher Gediegenheit der Ausführung ganz hervorragende Muster sind. Die Mieten sind so berechnet, daß sie ungefähr die Baukosten decken, die Kosten für den Erwerb des Landes und die Sanierung,

jedoch den Steuerzahlern auferlegt werden, in der Erwägung, daß diese Arbeiten der ganzen Stadt in gesundheitlicher und künstlerischer Beziehung zugute kommen. Es entfallen jährlich etwa 420000 Mark auf die Steuerzahler, und diese werden durch eine Vermehrung der Steuern um etwa 0,8 vH. gedeckt; die auf ihnen ruhende Last ist also nicht sehr beträchtlich. Die Hälfte des großen Plans der Stadtverwaltung, die ganze Stadt zu sanieren, ist jetzt etwa durchgeführt; die andere Hälfte soll allmählich ausgeführt werden und wird auf etwa 5 Millionen Mark für Landerwerb und Niederreißung der alten Häuser und 18 Millionen Mark für Neubauten veranschlagt. Nicht mehr als 700 Häuser — es ist dabei an die kleinen englischen Häuser zu denken — sollen jährlich niedergerissen werden, um nicht zu viele Leute auf einmal zu verdrängen, deren Unterbringung dann nicht möglich wäre und die neue Übervölkerung in andern Stadtteilen schaffen würden. Sonach verfolgt das Stadtbauamt in Liverpool entschieden die weitschauendsten und gründlichsten Verbesserungspläne, hat sehr gute und sehr billige Wohnungen geschaffen und somit wirklich denen geholfen, denen Hilfe not tat. Aber der Stadtbaumeister gibt selber zu, daß die Allerärmsten dort nicht wieder untergebracht seien. Wenn aber schon Wohnungen in Ein- oder Vierfamilienhäusern mitten in der Stadt zu so billigen Mieten hergestellt werden können, so sollte man doch glauben, daß richtige Stockwerkhäuser noch niedrigere Mieten ermöglichen würden, so daß man einer völligen Lösung der Wohnungsfrage noch näher käme. Die Abneigung der Liverpooler Stadtverwaltung gegen solche Häuser für Arbeiter erscheint unberechtigt. Bei guter Bauart sind sie ebenso gesund, wie kleinere Häuser, wie die Sterblichkeitsziffern in den Londoner Häuservierteln beweisen (siehe nächsten Abschnitt).

Sehr alt ist die Tätigkeit der Stadt Glasgow auf dem Gebiet der Arbeiterwohnungen, doch ihre Geschichte ist eine wesentlich andere, als in den andern Städten. Die gesundheitlichen Verhältnisse in den von der Arbeiterbevölkerung bewohnten Vierteln waren auch hier sehr schlimm, weil die Flut der gewerblichen Arbeiter „die städtische Verwaltung ganz unvorbereitet antraf“, wie Baillie Samuel Chisholm in seinem Bericht über die Tätigkeit des Stadtverbesserungstrusts bemerkt. 1864 kamen 32,5 Todesfälle auf 1000 Bewohner der ganzen Stadt, 1874 betrug die Sterblichkeitsziffer für einen der schlimmsten Bezirke, den sogenannten Bridgegatebezirk 48,2 auf 1000. Der oben erwähnte Bericht vergleicht dieses Hinsterben mit „den Schreckenstagen der Revolution, als das Fallbeil der Guillotine seine Todesernte hielt“. Der erste Anstoß zur Verbesserung ging hier von Privaten aus; mehrere hochherzige Männer, an ihrer Spitze Lord Provost Blackie, taten sich zusammen, um Land zur Durchführung von Sanierungsprojekten zu kaufen. Es fehlte ihnen zwar an Geld, ihre Absichten zu verwirklichen, aber sie lenkten wenigstens die öffentliche Aufmerksamkeit auf die bestehenden Mißstände und veranlaßten die Stadt 1865 ein Stadtverbesserungsgesetz zu erlassen, das 1866 die Bestätigung des Parlaments und des Königs erhielt. Lord Provost Blackie und die städtischen Behörden bildeten nach diesem Gesetz einen Trust zur Verbesserung der Stadt, der mit gewissen Enteignungsrechten ausgestattet war. Mangel an Erfahrung und vielleicht Überlegung beeinträchtigten das Wirken dieses Trustes in den ersten Jahren, besonders für die arbeitenden Klassen; man führte Parkanlagen und Straßenerweiterungen, die zur Gesundung der Stadt beitragen sollten, aus und sanierte große Gebiete, verkaufte sie aber weiter an Bauunternehmer, ohne an die Unterbringung der wohnungslos gewordenen Bevölkerung zu denken. Der Eifer des Trustes aber, der sich auch durch geldliche Enttäuschungen nicht abschrecken ließ, muß anerkannt werden. 1872 hatte er bereits Land im Werte von über 20 Millionen Mark (einschließlich der Gebäude) in seinen Besitz gebracht. Seine neuen Straßenanlagen sind ausgezeichnet und haben das Stadtbild von Glasgow wesentlich verbessert. 1870 begann er mit dem Bau von Arbeiterwohnungen und zwar zuerst mit zwei öffentlichen Musterlogierhäusern, eins für Männer und eins für Frauen, weil diese Art der Unterkunft für die Glasgower Verhältnisse am nötigsten war. Jetzt besitzt die Stadt sieben solcher Logierhäuser, davon eins für Frauen, die 2200 Personen fassen und eine Verzinsung ihres Anlagekapitals (etwa 2 Millionen Mark) von über 5 vH. ergeben, und außerdem ein Familienheim für Witwer und Witwen mit Kindern. Dadurch sahen sich die privaten Unternehmer veranlaßt, des Wettbewerbs halber, ihre Logierhäuser auch besser und gesünder einzurichten. Eigentliche Arbeiterwohnungen aber wurden erst — außer einigen ganz unerheblichen Versuchen — im Jahre 1888 „mit Zittern und Zagen“, wie der erwähnte Bericht von B. S. Chisholm sagt, begonnen. Der Erfolg war überraschend gut, und so wurde die Bautätigkeit kräftig fortgesetzt, besonders nach Erlaß des Wohngesetzes von 1890, so daß 1897 etwa 40000 Menschen in städtischen Häusern einschließlich der Logierhäuser wohnten. Durch diesen ausgedehnten eigenen Besitz hat die Stadt eine verderbliche Bodenspekulation sehr in Schranken gehalten.

Es würde zu weit führen, die geschichtliche Entwicklung der Arbeiterwohnungsfrage in allen größeren englischen Städten vorzuführen. Es sei nur noch kurz erwähnt, daß in Edinburg die Stadtverwaltung 1807 ebenfalls einen Trust zur Beseitigung schlechter Wohnungen und Anlegung neuer Straßen bildete und ein großes Sanierungsprojekt für nahezu 2 Millionen Mark ausführte, das Land zuerst an Unternehmer wieder verkaufte, später auch zum eigenen Bau von Arbeiterwohnungen überging, aber nur für eine bessere Klasse von Arbeitern geeignete Wohnungen schuf, während für die Allerärmsten ungesorgt blieb; die Stadt besitzt keine eigenen Logierhäuser und hat Teil III des Wohngesetzes nicht angenommen.

In Manchester sind vier Sanierungsprojekte durchgeführt, von denen das Oldham Road-Projekt, dessen Plan in Abb. 5 Bl. 5 zu sehen ist, das größte ist. Es umfaßt ungefähr 16100 qm, der Preis für Grund und Boden betrug nahe an 2 Millionen Mark. Die Stadt hat nicht erst versucht, das gesäuberte Land wieder zu verkaufen, sondern von Anfang an selbst gebaut. Auf dem Oldham Road-Gebiet allein sind 1250 Personen in 284 Wohnungen untergebracht. Alle diese gesäuberten Gebiete liegen im Innern der Stadt, wo private Tätigkeit durch die hohen Bodenpreise ausgeschlossen war. In den Außenbezirken hat die Stadt zahlreiche Einzelhäuser gebaut; außerdem besitzt sie ein Musterlogierhaus für 363 Personen.

Ein großes Sanierungsprojekt für nahezu 10 Millionen Mark hat ferner Birmingham ausgeführt; hier sind nicht

alle Häuser niedergerissen, sondern manche durch Umbau bewohnbar gemacht; ein Teil des Gebiets ist zur Errichtung von Geschäftshäusern verkauft, also nur ein Bruchteil der verdrängten Bevölkerung auf dem Gebiete selbst wieder untergebracht, die übrigen anderwärts, meist in Einzelhäusern. Doch hat Birmingham seit einigen Jahren überhaupt den Bau von Arbeiterhäusern den Privatunternehmern überlassen.

Endlich haben auch viele kleinere Städte eine rege Tätigkeit auf diesem Gebiete entfaltet: Sanierungsprojekte sind, soviel ich erfahren habe, in Southampton, Sheffield, Portsmouth und Bristol, Douglas, Greennock, Nottingham, Salford, Wolverhampton, Dublin ausgeführt oder in der Ausführung begriffen. Viele, z. B. Lancaster und Southampton, besitzen städtische Logierhäuser; die meisten sind auch mit dem Bau eigener Arbeiterhäuser vorgegangen; die Londoner Vorstadt Richmond hat Einzelhäuser gebaut, die sich sehr gut verzinsen und den Steuerzahlern keinen Pfennig gekostet haben; der Stadtälteste Thompson meint, es sei eine gute Kapitalanlage für die Vorstädte der Industrie-Mittelpunkte, deren Arbeiter natürlich lieber in den Vorstädten als inmitten der Stadt wohnen würden, wofern die Art ihrer Arbeit dies gestattet und die vorstädtische Miete mit dem Fahrpreis für Hin- und Rückfahrt zusammen nicht höher ist als die Miete im Stadtinnern.

2. Gemeinnützige Vereine und Aktiengesellschaften.

Es ist leicht erklärlich, daß in England, wo stets und auf allen Gebieten menschlicher Tätigkeit dem privaten Unternehmungsgeist möglichst freier Spielraum gelassen wird und die Behörden nur im alleräußersten Notfalle eingreifen, auch in der Arbeiterwohnungsfrage die Wirksamkeit Privater einen großen Raum einnimmt. Es gibt eine bedeutende Anzahl gemeinnütziger Vereine (Trusts), d. h. solcher, die nicht auf Gewinn ausgehen, sondern nur ihre Kosten decken wollen und einen etwaigen Überschuß zur Vermehrung ihres Grundkapitals verwenden, und daneben ebenfalls sehr zahlreiche und bedeutende Aktiengesellschaften, die den Bau billiger und gesunder Arbeiterwohnungen rein geschäftsmäßig betreiben und sich dabei sehr gut stehen und Hervorragendes leisten. Reine Wohltätigkeitsunternehmungen, die ihre Kosten wesentlich durch Sammlungen, milde Gaben und dergleichen decken, gibt es auch, doch ist ihre Tätigkeit verschwindend gegenüber der der Truste und Erwerbsgesellschaften.

Die private Wirksamkeit übertrifft, wenigstens in London, an Ausdehnung die behördliche weit. In dem Jahrzehnt von 1891 bis 1901 sind in London neue Kleinwohnungen (worunter allerdings manche sind, die über die Ansprüche eigentlicher Arbeiterwohnungen hinausgehen) im ganzen für über eine Million Menschen geschaffen, davon auf Kosten des Grafschaftsrates etwa Wohnungen für nur 60000 Menschen. Natürlich sind die Leistungen der Gesellschaften sehr ungleichmäßig und stehen durchaus nicht immer auf der Höhe, die für gesunde Arbeiterwohnungen zu verlangen ist, weil die unzureichenden Bestimmungen der Baupolizei nicht scharf genug das in dieser Beziehung Unerläßliche fordern. Daher erscheint es auch nicht nötig, die private Tätigkeit einer so eingehenden Betrachtung zu unterwerfen, wie es ihr ihrer Ausdehnung nach zukommen würde, vielmehr wird es genügen, wenn die Entwicklung der auf diesem Gebiete hauptsächlich tätigen Stiftungen und Gesellschaften hier kurz geschildert wird.

Von gemeinnützigen Gesellschaften sind es vor allen zwei, die eine sehr segensreiche Wirksamkeit, hauptsächlich in London, ausgeübt haben: die Peabody-Stiftung und der Guinness Trust.

Die erste ist 1862 von dem bekannten Menschenfreunde Mr. Peabody mit einem Grundkapital von 3 Millionen Mark begründet worden, das er 1866 um 2, 1868 abermals um 2, und 1873 durch seinen Nachlaß um 3 Millionen Mark vermehrte, so daß es am 31. Dezember 1902 10 Millionen Mark und einschl. der zum Grundkapital geschriebenen Einnahmen aus Mieten und Zinsen 11800000 Mark betrug. Für Landerwerb und Bauten sind bis zu diesem Zeitpunkt 27200000 Mark verausgabt worden. Der Stiftung gehören

101	Wohnungen	von	4	Zimmern	einschließlich Küche,
1828	"	"	3	"	" "
2572	"	"	2	"	" "
806	"	"	1	"	mit Kochgelegenheit,

mit dem nötigen Zubehör an Aborten, Bädern, Waschküchen und freiem Gebrauch von Wasser, zusammen 5387 Wohnungen mit 11918 Zimmern, die fast ausschließlich von Angehörigen der Arbeiterklasse bewohnt werden, wie daraus zu schließen ist, daß das Wocheneinkommen eines Familienhauptes im Durchschnitt 22.29 ℳ beträgt. Über die Höhe der Mieten finden sich Angaben im nächsten Abschnitt. Eine Tabelle im Jahresbericht gibt über die Beschäftigungen der in den Häusern wohnenden Personen Auskunft. Nach dieser die größte Gruppe die der ungelernten Arbeiter, nämlich 752 Mann, dann kommen 504 Pförtner, 465 Scheuerfrauen, 263 Näherinnen, 245 Kutscher, 238 Warenhausarbeiter, 136 Schutzleute und so fort. Daß die Wohnungen wirklich recht gesund sind, zeigen die Sterblichkeitsziffern, die ebenfalls dem Jahresbericht entnommen sind, jedoch behördlich beglaubigt sein sollen. Auf 1000 Bewohner kamen, einschließlich der in Krankenhäusern Gestorbenen, 13.6 Todesfälle, oder 4,1 weniger als der Durchschnitt für ganz London, die Kindersterblichkeit betrug 97,5 auf 1000 Geburten oder 43.5 weniger als in London im allgemeinen.

Der Guinness Trust, von dem Brauereibesitzer Sir E. C. Guinness, jetzt Lord Iveagh 1889 begründet, besteht aus einem Londoner und einem Dubliner Fond; der Londoner Fond bestand ursprünglich aus 4 Millionen Mark und ist durch weitere Zuwendungen und Vermehrung des Grundkapitals aus Zinsen und Überschüssen bis Ende 1902 auf rd. 6879000 Mark angewachsen. Der Trust besitzt

37	Wohnungen	von	4	Zimmern,
619	"	"	3	"
1416	"	"	2	"
502	"	"	1	"

zusammen 2574 Wohnungen mit im ganzen 5339 Zimmern, alle in Stockwerkhäusern, bewohnt von 9517 Personen. Er versorgt seine Mieter ohne Vergütung mit heißem Wasser für Bäder und Waschzwecke, desgleichen morgens und abends zum Teekochen, hat außerdem mit Zeitungen und Büchern ausgestattete Klubräume in mehreren seiner Häuser eingerichtet und verkauft ihnen Kohlen, die er im Sommer im großen anschafft, im Winter zum Selbstkostenpreise.

Das Durchschnittseinkommen eines Familienhauptes betrug 20,50 *M*, die Sterblichkeitsziffer 15,6 auf 1000 Bewohner.

Der Dubliner Fond betrug Ende 1902 1300000 Mark; es waren 20 Wohnungen von 3, 208 von 2 und 108 von 1 Zimmer, zusammen 336 Wohnungen mit 584 Zimmern und einer Einwohnerzahl von 1066 Personen vorhanden. Dieser Fond soll aber in Zukunft mit einem in Dublin bestehenden Iveagh Trust vereinigt werden und also aus der Vereinigung mit dem Londoner Fond ausscheiden.

Von den Erwerbsgesellschaften ist die Handwerker-, Arbeiter- und Allgemeine Wohnungsgesellschaft (Artisans', Labourers' and General Dwellings Company Limited) die größte. Gegründet 1867 mit einem Kapital von 5 Millionen Mark, wofür 25000 Aktien von je 200 *M* ausgegeben waren, hatte sie Ende 1901 (der Jahresbericht über das letzte Jahr ist noch nicht erhältlich) ein Grundkapital von nahezu 50 Millionen Mark, und bezahlte 5 vH. Gewinnanteil (Dividende). Sie besaß Ende 1901 1467 Wohnungen mit zusammen 3495 Zimmern und 153 Läden in Stockwerkhäusern und außerdem etwa 115 Hektar Land an vier verschiedenen Stellen der Umgegend Londons, auf denen 4947 Einfamilienhäuser und 315 Häuser für zwei Familien errichtet waren nebst 231 Läden.

Jünger, aber nicht weniger erfolgreich ist die Ostendwohnungsgesellschaft (Eastend Dwellings Company Limited), die 1884 mit einem Grundkapital von 4 Millionen Mark gegründet wurde, wofür 15000 Aktien von 200 *M* und 5000 von 80 *M* ausgegeben wurden. Ihr Ziel ist, besonders Wohnungen für die Allerärmsten zu bauen, was ihr auch bis zu einem gewissen Grade gelungen zu sein scheint. Sie steht im Begriff ihr Kapital um 2 Millionen Mark zu vermehren. Sie besitzt Häuser im Werte von über 2 Millionen Mark einschließlich des Grund und Bodens und ist Pächterin (leaseholder) von einer weiteren Anzahl von Häusern, die einen Wert von über 5 Millionen Mark darstellen.

Andere Gesellschaften sind die Hauptstädtische Vereinigung zur Verbesserung der Wohnungen der arbeitenden Klassen (Metropolitan Association for Improving the Dwellings of the Industrious Classes), die Stockwerkhäuser in der Stadt und Kolonien von Einzelhäusern in den Vorstädten besitzt; ferner die Südlondoner Wohnungsgesellschaft (South London Dwellings Company Limited), die unter der Leitung von Miss Cons steht, einer Dame, die früher mit der bekannten Miss Octavia Hill zusammen gewirkt hat und viel Einfluß auf die Lebenshaltung der Bewohner haben soll; endlich die Gesellschaft für Verbesserung der Arbeiterwohnungen (Improved Industrial Dwellings Company Limited), sie hat ein Aktienkapital von rd. 12 Millionen Mark, eingeteilt in Aktien von 20 *M* und soll regelmäßig 5 vH. Gewinnanteil gezahlt haben. Sie beschränkt sich aber nicht auf die Wohnungen für die Ärmsten, der Durchschnitt des Wocheneinkommens eines Oberhauptes der bei dieser Gesellschaft wohnenden Familien war 28,50 *M*. Ganz auffallend ist die niedrige Sterblichkeitsziffer in ihren Häusern, sie soll 1894 nur 9,67 auf 1000 Einwohner betragen haben, bei einer Dichtigkeit der Bevölkerung von 17,50 Personen auf das Ar (in ganz London beträgt die Bevölkerungsdichtigkeit nur 1,43 Personen auf das Ar).[5])

5) Nach Bowmaker, The Housing of the Working Classes.

III. Die verschiedenen Arten der Arbeiterwohnungen mit Beispielen.[6])

Die gesamten Arbeiterwohnungen lassen sich in drei Hauptgruppen zusammenfassen:

1. Allgemeine Logierhäuser (common lodging houses);
2. Stockwerkhäuser mit einzelnen Wohnungen, von denen in der Regel mehrere von einer gemeinsamen Treppe zugänglich sind (lodging houses oder block dwellings);
3. Einzelhäuser (cottages), d. h. solche, die für eine, höchstens für zwei Familien bestimmt sind.

1. Allgemeine Logierhäuser.

Die Logierhäuser oder Ledigenheime spielen in England eine bedeutend größere Rolle, als bei uns, da hier das Schlafgänger- oder Einlogiererwesen nur wenig entwickelt ist. Früher standen diese Häuser in schlimmem Ruf; sie waren Höhlen des Lasters und des Verbrechens, nahmen zum Teil Männer und Frauen, ohne die geringste Berücksichtigung der Anforderungen der Sittlichkeit auf, ihre gesundheitlichen Einrichtungen und die Reinlichkeitsmaßnahmen waren höchst mangelhaft; es gab kein Gesetz, das die Aufnahme kranker Personen verhindert oder ihre Überführung in ein Krankenhaus angeordnet hätte. Die weiter vorn aus einer Rede Lord Shaftesburys angeführten Fälle beziehen sich auf solche Logierhäuser; Baillie Samuel Chisholm schildert die Glasgower Logierhäuser der 60er Jahre ähnlich. Erst seitdem die Stadtverwaltungen, zuerst mit Gesetzen, dann mit dem Bau und der Erhaltung eigener Logierhäuser vorgegangen sind, ist es damit besser geworden, da die Privatunternehmer nun gezwungen wurden, um im Wettkampf ihre Häuser gegen die städtischen halten zu können, sie auf eine annähernd gleiche Stufe zu bringen.

Es ist gegen die Errichtung städtischer Muster-Logierhäuser eingewandt worden, sie trügen dazu bei, den Mann seiner Familie zu entziehen oder seine Neigung zur Gründung einer Familie zu verringern, indem sie dem Junggesellen zu viel Annehmlichkeit böten. Dagegen ist zu bemerken, daß erstens, wenn selbst einige wenige in dieser Richtung beeinflußt werden sollten, der Segen, der auf der andern Seite dadurch gestiftet ist, daß Tausende, für die noch vorher das Logierhaus die einzig erreichbare Unterkunft war, nunmehr für denselben Preis in gesunden, luftigen und sauberen Räumen leben können, diesen Nachteil reichlich aufwiegt. Und zweitens, daß, wie wir vorher gesehen haben, in allen englischen Städten mit der Errichtung von Logierhäusern der Bau städtischer Arbeiterhäuser mit Mietwohnungen Hand in Hand ging; daß also für die Familien doch auch gesorgt wurde. Auch wird man, meine ich, denen beipflichten müssen, die dem guten Einfluß einer strengen Hausordnung, wie sie in diesen Häusern nötig ist, größeren Wert beimessen.

Die Mehrzahl der Logierhäuser ist nur für Männer, also vornehmlich für Junggesellen bestimmt, einige auch für einzelne Frauen.

Endlich ist auch der Versuch von Behörden und von Privaten gemacht worden, Familienheime zu errichten, in denen in Brettverschlägen eine Familie für sehr geringes

6) In den Grundrißzeichnungen bedeutet: *A* = Ausguß, *As* = Asche, *B* = Bett, *H* = Hof, *K* = Küche, *Ka* = Kammer, *Kl* = Kohlen, *KS* = Kochstube, *M* = Müllschacht, *S* = Stube, *Sp* = Speisekammer, *SpK* = Spülküche, *Sr* = Schrank, *W* = Wohnstube.

Entgelt Unterkommen finden kann; doch bei dem allgemein in den englischen Logierhäusern befolgten Grundsatz, jeden aufzunehmen, ohne zu fragen Wer und Woher?, wurden diese Familienheime allzu leicht zu Absteigequartieren für Prostituierte niedrigster Sorte, und man scheint von ihnen abzukommen.

Die früheren und auch noch die meisten jetzigen Logierhäuser sind nicht eigens für diesen Zweck errichtete Gebäude, sondern Wohnhäuser, die einst bessere Tage gesehen haben und nun mehr oder minder notdürftig für ihren neuen Zweck hergerichtet sind. Seit den Shaftesburyschen Gesetzen, dem Gesundheitsgesetz von 1875 und besonders seit die Ortsbehörden und Bezirksausschüsse durch das Wohngesetz von 1890 gezwungen sind, Vorschriften für diese Häuser zu erlassen, können nicht mehr so schlimme Zustände vorkommen, wie früher. Es wird im allgemeinen 8,50 cbm freier Luftraum für jeden Bewohner in den Schlafräumen und ein Abort für je 20 Personen gefordert; aber die Überwachung soll, wie Bowmaker in seinem Buch: „The housing of the working classes" klagt, sehr ungenügend „mit einem großen Aufwand von Elastizität" gehandhabt werden, so daß die Zustände in vielen dieser privaten Unternehmungen durchaus nicht zufriedenstellend sind. Die Forderung, daß der Hausmeister ein Mann von gutem Rufe sei und von der Behörde die Genehmigung zur Ausübung seines Amtes haben müsse, wird oft dadurch umgangen, daß der der Behörde als Hausmeister Genannte dies nur dem Namen nach ist, in Wirklichkeit das Haus aber von einem Vizehausmeister verwaltet wird, hinsichtlich dessen Anstellung keine solchen Vorschriften bestehen.

Ganz ausgezeichnet und sehr lehrreich sind dagegen die städtischen und einige von Wohlfahrtsgesellschaften oder hochherzig gesinnten reichen Privatmännern errichteten Muster-Logierhäuser. Ihre Anordnung ist gewöhnlich so, daß im Erdgeschoß ein großer Speisesaal mit Küche und Abwaschräumen und ein zweiter großer Saal, der als Tage- oder Erholungsraum bezeichnet wird, liegen; in den Obergeschossen sind dann, meist über diesen Sälen, die Schlafsäle angeordnet; die Betten stehen in Kojen, die in der Regel durch etwa 2 m hohe Zwischenwände gebildet werden. In vielen sind Zeitungen und eine kleine Bücherei im Tageraum, bisweilen findet sich ein besonderes Lesezimmer und Rauchzimmer. Die Abortanlagen sind durchgängig gut und umfangreich, Wasch- und Badestuben sowie Waschhäuser, in denen die Besucher ihre Sachen selbst waschen können, fehlen nirgends.

Die Preise schwanken zwischen $3\frac{1}{2}$ — $6\frac{1}{2}$ *d* (Pence) = 30 und 55 Pf. für eine Nacht; für ständige Bewohner wird in der Regel die Woche zu sechs Nächten gerechnet, so daß sie eine

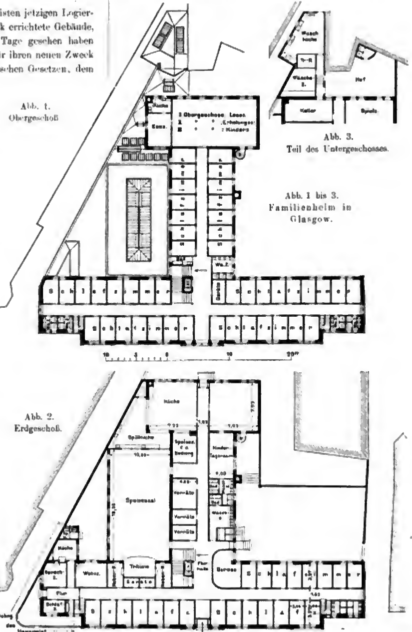


Abb. 1. Obergeschoß

Abb. 2. Erdgeschoß.

Abb. 3. Teil des Untergeschosses.

Abb. 1 bis 3. Familienheim in Glasgow.

Wochenmiete von 1,88 ℳ bis 3,30 ℳ zu bezahlen haben. In diesen Preisen ist Benutzung des Küchenfeuers zum Wärmen mitgebrachten Essens, der fast immer mit Warmwasserleitung versehenen Wascheinrichtungen, eines Handtuchs, bisweilen eines Stücks Seife und der etwaigen Bücherei sowie auch das erste Frühstück einbegriffen. Für ein Bad pflegt eine Gebühr von 1 *d* = $8\frac{1}{2}$ Pf. erhoben zu werden,

desgleichen eine Kleinigkeit für einen verschließbaren Schrank zum Aufbewahren von Speisen.

Eins der besten Musterlogierhäuser ist das dem Londoner Grafschaftsrat gehörige, in der Parkerstreet, Drury Lane, gelegene Logierhaus für Männer, dessen Grundrisse Abb. 3 und 4 Bl. 5 zeigen. Es ist in den Jahren 1891 bis 1893 nach den Zeichnungen der Architekten Gibson und Russell, die in einem Wettbewerb den ersten Preis erhielten, mit einem Kostenaufwand von 453784 Mark einschließlich Landerwerb und innerer Einrichtung errichtet. Es faßt 324 Personen, ist durchweg feuersicher gebaut, hat Sammelheizung und außerdem Kamine im Speisesaal und Tageraum, teils weil solche dem Engländer unerläßlich dünken, um ein Zimmer wohnlich zu machen, teils zur Lüftung. Der Preis für ein Nachtlager betrug ursprünglich 5 *d* = $42^1/_2$ Pf. und wurde dann auf 6 *d* = 51 Pf. erhöht, worin alle oben angeführten Annehmlichkeiten und sogar noch die Benutzung der Musikinstrumente und Spiele im Tageraum einbegriffen sind. Ein Bad kostet 1 *d* = $8^1/_2$ Pf., die Wochenmiete für einen verschließbaren Speiseschrank im Schrankzimmer oder einen Kleiderschrank in den einzelnen Abteilen der Schlafsäle 50 Pf. Das Haus wird verwaltet von einem Hausmeister mit seiner Frau und ihrem Mädchen, einem Heizer, einem Oberaufseher und fünf Aufsehern, einer Waschfrau und vier Reinmachefrauen. Es ist mit Ausnahme einer kurzen Zeit in den Sommermonaten jede Nacht voll besetzt. Trotz der hohen Anlagekosten und des recht zahlreichen Personals brachte das Unternehmen bei einem Preise von 5 *d* für das Nachtlager eine Verzinsung von $1^3/_4$ vH., die nach Erhöhung des Preises auf 6 *d* bis zu 3 vH. stieg.

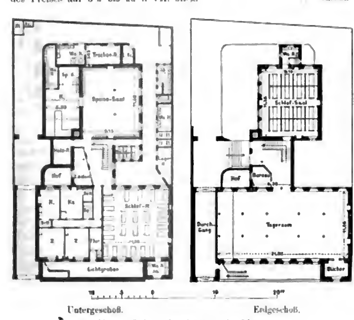


Abb. 4. Calton-Logierhaus in Glasgow.

Zwei andere sehr gute Musterlogierhäuser in London sind die von Lord Radstock 1887 und 1890 eröffneten Victoriaheime in Whitechapel, einem der verrufensten Stadtteile. Sie sind insofern anders, als sie ein Nachtlager in Einzelzimmern zu Preisen von $3^1/_2$ bis 9 *d* = 34 bis 78 Pf. und Beköstigung für den ganzen Tag für 8 *d* bis 1 *s* (Schilling) = 70 Pf. bis 1 *ℳ* gewähren, die sehr gut sein soll. Der Überschuß wird zu weiterer Ausdehnung der Anlagen verwandt.

Ganz vorzüglich und auch in ihrer äußeren Erscheinung sehr reizvoll sind die in London von Lord Rowton erbauten Häuser in Vauxhall, in Churchyard Walk und in Hammersmith. Das erstgenannte hat 500000 *ℳ* gekostet und bietet Unterkunft für 470 Mann; alle Einrichtungen sind äußerst vollkommen; es sind Schlafsäle mit Abteilungen vorgesehen, in jeder ein sehr gutes Bett und ein Stuhl; die Höhe der Schlafsäle beträgt 3 m, die der Zwischenwände 2 m; im ersten Stock hat jeder Bewohner einen Luftraum von etwa 15 cbm, im zweiten etwa 14, und im dritten, wo die Schlafsäle nur 2,75 m hoch sind, 13 cbm. Das Haus bringt eine Verzinsung von 6 vH. Diese unter dem Namen „Rowton"-häuser sehr bekannten Anstalten sind für viele andere, so auch für das geplante neue Logierhaus des Londoner Grafschaftsrates zum Muster genommen, nicht nur hinsichtlich der Grundrißanordnung und Bauart, sondern auch hinsichtlich der Verwaltung. Auf die Vorführung des Grundrisses eines von ihnen ist verzichtet, da dem Grundgedanken nach die meisten anderen Musterlogierhäuser ähnlich angelegt sind, besonders das weiter unten besprochene Glasgower.

Die Abb. 8 u. 9 Bl. 5 zeigen die Grundrisse eines der Stadt Salford (bei Manchester) gehörigen, sehr guten Logierhauses für 285 Personen. Es besteht aus zwei fünfstöckigen Blöcken, die durch die einstöckige Eingangshalle miteinander verbunden sind; die Wohnung des Hausmeisters ist seitlich in einem besonderen Bau untergebracht. Der Luftraum für jeden Insassen beträgt etwa 20 cbm, die Schlafverschläge enthalten außer dem Bett einen Stuhl, ein Schränkchen, Kamm und Spiegel; die Zwischenwände sind aus Stahl, alle Konstruktionen durchaus feuerfest; die Kosten betrugen mit Grund und Boden und innerer Ausstattung 297000 *ℳ*, der Preis ist $3^1/_2$ *d* = 34 Pf. für ein Nachtlager oder 2 *s* = 2,05 *ℳ* die Woche.

Von den sieben städtischen Logierhäusern in Glasgow ist das neueste und beste das in Clydestreet gelegene Calton-Logierhaus. Es ist im allgemeinen nach dem Muster der Rowtonhäuser angelegt, und seine Grundrißanordnung ist aus der Text-Abb. 4 ersichtlich. Die Bettverschläge sind hier nach dem sogenannten Bunksystem gebaut, d. h., es sind zwei Betten übereinander, das untere von dem einen, das obere vom Nachbarverschlage aus zugänglich, eine Anordnung, die wegen der Raumersparnis recht empfehlenswert erscheint, aber keine große Verbreitung gefunden hat, da die Baupolizei ihre Anwendung an manchen Orten nicht gestattet.

Ein sehr beachtenswerter Versuch ist ferner in Glasgow mit einem Familienheim für Witwer und Witwen mit Kindern gemacht worden. Die Grundrißanordnung ist aus den Text-Abb. 1 bis 3 zu ersehen. 176 Schlafzimmer bieten Raum für je einen Vater oder eine Mutter mit höchstens drei Kindern. Die wöchentlichen Mietspreise sind folgende: für eine Mutter mit 1 Kind 3 *s* 2 *d* = 3,24 *ℳ*, mit 2 Kindern 3 *s* 10 *d* = 3,92 *ℳ*, mit 3 Kindern 4 *s* = 4,10 *ℳ*. Ein Mann hat in jedem Falle 1 *s* mehr zu bezahlen. Die Kinder werden

den Tag über, sofern sie nicht in der Schule sind, überwacht und beköstigt für 1 s 10 d = 1,87 ℳ die Woche für ein Kind, 3 s 2 d = 3,24 ℳ für 2 Kinder und 4 s = 4,10 ℳ für 3 Kinder. Nachts schlafen sie bei ihrem Vater oder Mutter, mit Ausnahme der allerkleinsten, die in einem gemeinsamen Raum unter der Obhut von Kinderwärterinnen untergebracht sind. Für die größeren sind Tageräume sowie Speise- und Spielzimmer eingerichtet; auch für die Eltern wird Frühstück und Abendessen gegen geringes Entgelt in der Anstalt besorgt. Das Haus ist noch nicht lange genug in Gebrauch, um über seine Verzinsung etwas sagen zu können.

Andere gute Musterlogierhäuser finden sich in Manchester, ebenfalls nach dem Muster der Rowtonhäuser gebaut, in Edinburgh, in Leith, in Huddersfield und in manchen andern Städten. Das in Huddersfield ist eins der ältesten, für Männer, Frauen und Ehepaare eingerichtet. Es ist bereits 1853 für 100000 ℳ errichtet und 1878 mit einem Kostenaufwande von 30000 ℳ erweitert. Ein Ehepaar hat 6 d = 51 Pf., eine einzelne Person 3 d = 25 Pf. für die Nacht zu bezahlen.

Die Einrichtungen dieser Logierhäuser sind deshalb für uns besonders beachtenswert, weil sie in Deutschland noch fast unbekannt sind. In den Bergwerksbezirken Westfalens sind allerdings einige von den Zechen für den unverheirateten Teil ihrer Belegschaft gebaut worden, ebenso auf einigen großen Gütern in den östlichen Provinzen Preußens für die Sachsengänger, doch sollen die deutschen Arbeiter meist eine Unterkunft als Schlafgänger in Familien dem Logierhaus vorziehen. Es ist aber längst erkannt, daß mit diesem Schlafgängerwesen viel gesundheitliche und sittliche Gefahren, besonders in den großen Städten, verbunden sind, die durch die Annehmlichkeit und den Nutzen des Familienlebens, an dem der Schlafgänger teilnimmt, doch wohl nicht aufgewogen werden, da dies Familienleben nicht allzu oft ein mustergültiges sein wird. Trotzdem ist z. B. in Berlin, das ungefähr 100000 Schlafgänger haben soll, weder von der Stadt, noch von privater Seite versucht, ein größeres, derartiges Logierhaus zu unterhalten — die Asyle für Obdachlose gehören nicht hierher, da sie nicht für dauerndes Bewohnen eingerichtet sind. Hier, sollte man glauben, würde sich eine auf breiter Grundlage aufgebaute Anstalt dieser Art lohnen und sehr segensreich wirken. Es käme darauf an, solche Anstalten den Bedürfnissen des deutschen Arbeiters so sehr als möglich anzupassen. Dazu muß einerseits vermieden werden, die Logierhäuser als Wohltätigkeitsanstalten erscheinen zu lassen, die den Besucher zum Almosenempfänger herabdrücken, und anderseits durch zu strenge Hausordnungen die Leute abzuschrecken oder in politischer oder religiöser Hinsicht beeinflussen zu wollen. Hausordnungen müssen natürlich sein, aber sie müssen sich mit den Bestimmungen begnügen, die zur Aufrechterhaltung von Ordnung und Ruhe unbedingt nötig sind. Ein Auszug aus der Hausordnung des Salforder Logierhauses dürfte von Wert sein:

„1. Nur Männer werden zugelassen, und zwar in den Stunden zwischen 6 Uhr morgens und 11 Uhr abends. — 2. Nur Personen von sauberem und anständigem Aussehen und solche, die der Hausmeister für offenbar nüchtern hält, frei von Krankheit und Schmutz und geistig gesund, haben Zutritt. — 3. Kein Besucher darf den Tageraum ohne Eintrittskarte betreten, die der Hausmeister ausgibt. — 5. Das Logierhaus wird geschlossen und alle Lampen werden ausgelöscht um 11[30] Uhr abends an Wochen- und um 12[30] Uhr an Sonntagen. — 6. Kein Besucher darf länger als 8[30] Uhr morgens an Wochen- und 9[30] Uhr morgens an Sonntagen im Schlafsaal bleiben; ein allgemeines Wecken findet an Wochentagen um 8 Uhr, an Sonntagen um 9 Uhr morgens statt. Besucher, die zu irgend einer Nachtstunde geweckt zu werden wünschen, haben die Zeit und die Nummer ihres Verschlages dem Aufseher anzugeben, bevor sie in den Schlafsaal gehen. — 7. Rauchen ist verboten auf den Treppen, in den Schlafsälen, im Eßsaal und in der Küche. — 8. Niemand darf auf den Fußboden spucken, zum Gebrauch sind Spucknäpfe aufgestellt. — 9. Geistige Getränke dürfen nicht ins Haus gebracht werden. Glückspiel, Zank, gemeine oder anstößige Reden sind verboten, sowie alles, was darauf ausgeht, den Frieden und die Ordnung des Hauses oder die Ruhe der Bewohner zu stören; Zuwiderhandelnde werden ausgewiesen, ihre Eintrittskarten sind verfallen. — 10. Die Wände, Tische, Bänke, Stühle, Betten oder Bücher des Hauses dürfen nicht durch Einschneiden, Beschreiben oder auf andere Weise verunstaltet, verdorben oder beschädigt werden, noch darf das Eigentum des Hauses in irgend welcher Weise verletzt werden. Niemand darf absichtlich Verunreinigungen vornehmen oder in irgend einem Teile der Anstalt Schmutz verursachen."

Es folgen dann noch einige Paragraphen über das Kochen mitgebrachter Speisen und das Waschen der Sachen.

(Schluß folgt.)

Dienstgebäude des Königlichen Konsistoriums der Provinz Brandenburg in Berlin. Schützenstraße 26.

Abb. 1. Grundriß des Erdgeschosses.

Das Dienstgebäude des Königlichen Konsistoriums der Provinz Brandenburg in Berlin, Schützenstraße 26.

Vom Regierungs-Baumeister C. Dammeier in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 10 und 11 im Atlas.)

Das stattliche Haus an der Ecke der Schützen- und Jerusalemerstraße in Berlin gehört zu den hervorragendsten unter den sogenannten Immediatbauten, die Friedrich der Große und sein Nachfolger ganz oder großenteils auf königliche Kosten errichten ließen, um die Residenzstadt zu verschönern. Die umfangreiche königliche Bautätigkeit auf dem Gebiete des Wohnhausbaues, die mit dem Jahre 1769 begann, umfaßte teils die erstmalige Bebauung neu angelegter Straßenzüge, teils bestand sie in der Ersetzung baufälliger und das Straßenbild verunzierender Häuser durch Um- oder Neubauten mit monumentalen Fassaden. Nach Nicolai ließ Friedrich der Große allein in den Jahren 1769—77 149 Wohnhäuser auf Staatskosten an Stelle alter Gebäude errichten und schenkte sie den Eigentümern. Vermögende Bürger wurden durch königliche Unterstützung zum Bauen veranlaßt. Diese bestand in der Regel in der Bewilligung der Baustoffe, besonders der Rüdersdorfer Kalksteine und des Holzes aus dem königlichen Bau- und Nutzholzmagazin; je nach Vermögen hatten die Erbauer Brecherlohn und Transportkosten zu vergüten. Bei der Ausführung der Immediatbauten war unter Friedrich dem Großen der Grundsatz maßgebend, für billigstes Geld in kürzester Zeit möglichst viel neue Häuser zu errichten. Demgemäß wurde „mit Beobachtung aller ersinnlichen Menage und Ökonomie" verfahren. Abbruchsmaterialien mußten „gehörig employiert und bestermaßen genutzet werden". Verstöße gegen die Grundsätze äußerster Sparsamkeit ahndete der König mit Strenge. Wurde doch zum Beispiel im Jahre 1785 Unger, damals Direktor des Königlichen Baukontors, auf vier Tage in Arrest gesetzt, weil er „die Verwegenheit" besessen hatte, einen von der vorgesetzten Behörde aufgestellten, jedenfalls allzu sparsamen Kostenanschlag bei weiterer Entwurfsbearbeitung eigenmächtig abzuändern. Für den Wiederholungsfall wurde ihm sogar Festungshaft in Aussicht gestellt. Der Umstand, daß solche Grundsätze nicht immer mit einer tüchtigen Bauausführung vereinbar waren, veranlaßte des großen Königs Nachfolger schon 1787 zu der Verordnung, daß die „künftig auszuführenden Bauten vorzüglich gut und dauerhaft angefertiget und also keineswegs übereilet werden" sollten. Auch seien die besten Materialien zu verwenden, „vornehmlich trockenes Bauholz und vollkommen ausgelegener Kalk".



Abb. 2. Eckansicht.

Die Entwürfe zu den Berliner Immediatbauten gingen je nach dem Umfange der königlichen Unterstützung entweder aus dem hiesigen Baukontor, seit 1786 Oberhofbauamt genannt, hervor, oder sie waren Sache der Erbauer und unterlagen nur der Prüfung dieser Behörde. Im ersteren Falle wurden die Bauausführungen nach einem alljährlich aufgestellten Plane unter die Meister der Gewerke verteilt, welche ihre Leistungen nach einer festen Taxe vergütet bekamen. Solche Taxen wurden 1755, 1771 und 1802 neu aufgestellt. Entsprechend unterlagen auch die Gesellenlöhne der amtlichen Festsetzung durch das Polizeidirektorium, und es wurden zum Beispiel durch Kabinettsorder von 1767 „alle Bauende respektive erinnert und verwarnet, die Maurer- und Zimmergesellen in ihrem Unfug durch Reichung eines höheren Lohnes, als festgesetzt ist, nicht zu bestärken, bei Vermeidung fiskalischer Strafe".

Zu der Klasse der Immediatbauten gehört nun nach den Bauakten des Berliner Polizeipräsidiums auch unser Haus Schützenstraße 26. Dort findet sich auch eine Bauerlaubnis, welche für die Frage nach der Entstehungszeit des Hauses von Bedeutung ist. Dieselbe besagt, April 1782: „Der holländische Hauptmann und Legationsrath Herr v. Bonhomme hat das Adlersche an der Jerusalemer- und Schützenstraßen-Ecke belegene Haus erkaufet und will nicht allein die Vorder- und Hinterfronten desselben massiv machen, sondern auch verschiedene Veränderungen und Verbesserungen in dem Hause selbst vornehmen lassen. Ferner soll auf dem Hof ein altes Quergebäude weggerissen und an dessen Stelle ein neues massives von 2 Etagen, worinnen unten ein Waschhaus und oben eine Küche angeleget wird, wieder erbauet werden. Da dieses Haus bisher in den schlechtesten Umständen gewesen, so ist es sehr gut, daß solches einen guten Käufer gefunden, der es wieder in Stand setzet, daher denn gegen diesen Bau nichts zu erinnern. Es werden aber die Maurer- und Zimmermeister Meyer sen. und Otto angewiesen,

überall der Feuerordnung gemäß zu bauen, auch ist die Fluchtlinie nach der Straße durch den Königlichen Bauadjutant anzuweisen." Ob das Haus nun auf Grund dieser Bauerlaubnis gebaut wurde, wissen wir nicht. Auffällig ist jedenfalls, daß nach dem Berliner Adreßbuche der oben erwähnte Herr v. Bonhomme, Legationssekretär bei der Gesandtschaft der Herren Generalstaaten, seit 1782 stets im Hause dieser Gesandtschaft gegenüber dem Friedrich-Werderschen Rathause, aber nie Schützenstraße 26 gewohnt hat. Nicolai in seiner Beschreibung der Residenzstädte Berlin und Potsdam vom Jahre 1786 erwähnt unter der großen Zahl von Immediatbauten unser Haus nicht, ebensowenig findet es sich in den von diesem Jahre an erhaltenen jährlichen Bauetats der Immediatbauten. Erst 1790 wird der Geheime Kriegsrat Kolbe als Bewohner und Eigentümer genannt. Demnach ist mit Sicherheit nur festzustellen, daß das Haus innerhalb der Jahre 1782 bis 1790 errichtet worden ist. Der Verfasser des Entwurfes ist nicht zu ermitteln. Wahrscheinlich ist nur, daß das Gebäude nicht im Königlichen Baukontor entworfen worden ist, und daß also die königliche Unterstützung sich nur in geringerem Umfange, etwa durch Überlassung von Baumaterialien, betätigt hat. Sonst wäre das stattliche Gebäude entweder von Nicolai erwähnt worden, der sich betreffs seiner Angaben über die Tätigkeit des Baukontors ausdrücklich auf die Unterstützung der damaligen Mitglieder dieser Behörde, Unger und Becherer, beruft, oder die im Geheimen Staatsarchiv aufbewahrten Bauetats würden es namhaft machen. Kennen wir auch den Architekten des Hauses nicht, so ist doch festzustellen, daß die Fassadengestaltung ganz der Auffassung Gontards und seiner Schüler und Mitarbeiter Unger, Becherer, Titel u. a. entspricht, welche damals nachweislich in Berlin eine umfangreiche Bautätigkeit ausübten.



Abb. 3. Balkon über dem Hauptportal an der Schützenstraße.

Die weiteren Schicksale des Hauses sind folgende: 1790 wird der Geheime Kriegsrat Kolbe als Eigentümer erwähnt, dessen Familie das Haus 1816 an eine Witwe Koebisch verkaufte. Von 1821—26 gehörte es einem Hauptmann v. Bailow, weitere drei Jahre einem Hofrat Dietrich und kam 1829 in den Besitz des „Hofmesserschmidts und akademischen Künstlers" Louis Marie Humblot. Von diesem erwarb es 1833 der Fiskus für die königliche Oberberghauptmannschaft. Bald darauf wurde das Quergebäude, enthaltend Stall und Remise, wegen Baufälligkeit abgerissen und 1835 durch ein neues Stallgebäude ersetzt, als das Hauptgebäude zu Bureauzwecken der Generalverwaltung für Domänen und Forsten und zu einer Dienstwohnung für deren Chef eingerichtet wurde. Ein Gartensaal im Erdgeschoß des Quergebäudes vermittelte den Zugang zu dem kleinen, anstoßenden Garten. Von 1849—80 war das Haus im Besitze des Landwirtschaftsministeriums und wurde dann dem Provinzialschulkollegium und dem Konsistorium für die Provinz Brandenburg zu gemeinsamer Benutzung überwiesen. 1886 wurde die Front des linken Seitenflügels bis zum Quergebäude durchgeführt und letzteres zu Registraturzwecken umgebaut. Das Konsistorium nahm nunmehr das ganze Haus in alleinige Benutzung.

Text-Abb. 1 gibt den Grundriß und zwar das Hauptgebäude und die Flügel nach dem jetzigen Zustande, das Quergebäude nach dem Neubau vom Jahre 1835. Da die erstgenannten Teile nachweislich nie einen durchgreifenden Umbau erfahren haben und auch der erwähnte Neubau des Quergebäudes „zum Teil auf den alten vorhandenen Fundamenten" erfolgte, so dürfte das Ganze nur unwesentlich von der ursprünglichen Anlage abweichen. Im Hauptflügel an der Schützenstraße befindet sich über der Durchfahrt nach der Straße zu ein dreifenstriger Saal, dahinter das geräumige Treppenhaus, dessen hölzerne Treppe in der damals üblichen Weise die Durchfahrt frei überbaut. Von innerer Ausschmückung des Gebäudes ist nichts erhalten. Das Äußere des Baues verrät im Entwurf, in der Durchbildung der Einzelheiten und der Verwendung der Baustoffe deutlich das Bestreben, mit geringen Mitteln ein möglichst stattlich wirkendes Gebäude zu schaffen. Über einem glatten Sockel erheben sich das gequaderte Erdgeschoß und zwei durch eine jonische Pilasterordnung zusammengefaßte Obergeschosse. Die Hauptfront an der Schützenstraße ist durch ein giebelgekröntes Mittelrisalit und einen Balkon über dem rundbogigen Hauptportal aus-

gezeichnet. Das Dach ist mit Biberschwänzen gedeckt (vgl. Text-Abb. 2).

Die Architektur (Bl. 10 u. 11) zeigt die bezeichnenden Merkmale ihrer Entstehungszeit, in der sich die Überlieferungen eines schon streng und regelrichtig gewordenen Barockstils mit den Elementen des beginnenden Klassizismus verschmolzen. Unter dem Einfluß der älteren Richtung steht das Motiv der Pilasterteilung mit Attika über gequadertem Erdgeschoß, barock sind auch noch die kantig und derb gezeichneten Kartuschen über Portal und Fenstern des Risalits, welche in ihrer Behandlung an Holz oder dickes Leder erinnern. Ganz im Sinne des Klassizismus sind dagegen die übrigen ornamentalen Einzelheiten, die Vasen, die mehrfach verwendeten Eichen- und Lorbeergehänge und das ziemlich ungeschickt gezeichnete Wellenband unter den Fenstern des zweiten Stockwerks. Die beiden Giebelecken an der Schützonstraße schmücken zwei weibliche Gewandfiguren von einfacher, klassischer Haltung; die eine mit einer Krone auf dem Haupte hält ein abwärts gekehrtes Füllhorn, die andere löscht mittels einer Schale die rauchende Flamme eines Dreifußes; zu ihren Füßen liegen ein Medusenhaupt und ein einzelner Arm. Die Profilierung ist sehr streng und bescheiden und verzichtet zugunsten der zirkelmäßigen Regelrichtigkeit völlig auf besondere Schattenwirkung. Der ernste Eindruck der Fassade wird erhöht durch die stattlichen Achsweiten der Rücklagenfenster von durchschnittlich 3,10 m bei einer Lichtweite von nur 1,10 m.

Der Sparsamkeit in den Architekturformen entspricht die der Ausführung. Aus Sandstein sind die Figuren, Vasen, der Balkon, die Basen, Kapitelle und Konsolen, das Hauptgesims nebst Attika, das Gurtgesims und die Hängeplatten und Sohlbänke der Fenster. Zur besseren Hervorhebung der Einzelheiten und zur Belebung glatter Flächen ist mehrfach eine grobe Krönelung oder ein breiter, kräftiger Scharrierschlag zur Anwendung gelangt. Alle Flächen und einfacheren Architekturglieder, desgleichen die Kartuschen, die Laubgehänge und das Wellenband sind in Putz, die Baluster unter den Fenstern des ersten Stockes sogar hohl aus Gips hergestellt. Durch Ölfarbenanstrich geschützt, haben sich diese Glieder gut erhalten, nur die Putzflächen bedurften in den Jahren 1869 und 1900 einer Ausbesserung. Bei der letzteren Gelegenheit wurden auch die alten, schmiedeeisernen Laternenhalter wegen starker Rostbeschädigung entfernt; sie waren zu beiden Seiten der Durchfahrt angebracht und enthielten außer dem Laternenring abwärts gerichtete Kelche zum Auslöschen von Fackeln. Sie sind ebenfalls auf dem Atlasblatt 11 in Abb. 11 dargestellt. Nicht unerwähnt bleiben darf die alte hölzerne Eingangstür des rundbogigen Portals, welche mit ihren eingerahmten Feldern und dem in die Füllungen eingeritzten Ranken- und Palmettenornament ganz im Sinne des Klassizismus durchgebildet ist. In der Sprossenteilung des Oberlichts über dem zahnschnittgeschmückten Losholz ist der Raum für eine einzulassende Laterne vorgesehen.

Angesichts der alljährlich stattfindenden Ersetzung alter, wertvoller Gebäude durch Neubauten kann auch an dieser Stelle nur der Wunsch wiederholt werden, es möchte gelingen, diesen Bau noch recht lange zu erhalten, der durch seine vornehme Einfachheit und Größe in der Umgebung der neuen Wohn- und Geschäftshäuser doppelt angenehm wirkt und eine Zierde des Straßenbildes ist.

Beiträge zur Geschichte der Grundsteinlegung.*)

Vom Stadtbauinspektor P. Rowald in Hannover.

Allgemeines.

Der Brauch der feierlichen Grundsteinlegung steht noch heute in voller Blüte, wie er seit dem Anbeginn überlieferten Geschehens, bald diese, bald jene Seite seiner Eigenart mehr hervorkehrend, bei der Mehrzahl der Kulturvölker, bei zahlreichen barbarischen und halbbarbarischen Stämmen geblüht hat. Die Sagen der Völker, die Aufzeichnungen und Auffindungen aus der Vergangenheit, die Berichte reisender Forscher, ja unsere eigene Fortübung uralter Weihehandlung bieten den Stoff der nachfolgenden Darlegungen, welche bei der bald überreichlichen Fülle, bald kärglich tropfenden Dürftigkeit jener Quellen freilich nicht eine gleichmäßig fließende umfassende Behandlung des Gegenstandes liefern, sondern nur eine allgemeine Übersicht dieses bisher wenig bearbeiteten Teils der Volkskunde und Kulturgeschichte gewähren können.

Die Legung des ersten Steines vollzieht sich von alters her in bräuchlich feststehender Weise. Wird schon der Entschluß zu dem Unternehmen eines Baues oft auf göttliche Anregung zurückgeführt, so geschieht auch die Wahl des Platzes auf höhere Weisung. Gotteserscheinung und Traumorakel, besonders in den heiligen Schriften der Israeliten mit Vorliebe geschildert, bezeichnen die Stätte. Dem Griechen, dem Italiker gehen wegweisende Tiere zur neuen Niederlassung voran. Noch im Mittelalter folgt man gern solchen ehrfürchtig betrachteten Führern: die fliegende Henne bezeichnet die Stelle der Burg, der kreisende Adler den Platz des Klosters. Dem Etrusker und seinem Jünger, dem Römer, bestätigen Blitzbeobachtung und Wunderzeichen die gewählte Stelle. Ist aber der Platz einmal gewiesen, so trägt man Sorge, ihn nicht wieder leer werden zu lassen. Immer und immer wieder werden Städte, Tempel, Kirchen, Burgen und Schlösser auf dem alten Grunde erneuert. Der Hathortempel in Denderah blickte bei seiner letzten Vollendung zur Zeit Trajans auf eine mehr als dreitausendjährige Baugeschichte zurück. Die Babylonier erzählen in zahlreichen tönernen Urkunden, wie sie die zerstörten Ziegelpyramiden ihrer Vorfahren von Grund aus auf den alten Plätzen erneuerten. Den Felsen, auf welchem David seinen Brandopferaltar als Beginn einer Reihe gepriesener Heiligtümer errichtete, umschließt noch heute eine hochverehrte Moschee. Der kapito-

*) Eine kurze volkstümliche Darstellung des hier behandelten Gegenstandes ist erschienen in dem Buche: Rowald, „Brauch, Spruch und Lied der Bauleute“, Hannover, Schmorl und v. Seefeld Nachfolger.

linische Tempel wurde viermal auf den gleichen Fundamenten erneuert. Die Stelle des Kölner Doms ist seit 2000 Jahren mit einem Heiligtum besetzt.

Die Ermittlung der rechten Zeit des Baubeginnes ward von je für unumgänglich zur glücklichen Vollendung und zum dauernden Bestand des Werkes gehalten. Dies gilt nicht nur für die Grundsteinlegung, sondern zuweilen sogar schon für die Beschaffung der Baustoffe und die Aufrichtung der Bauhütte. Von den Pharaonen und den babylonischen und assyrischen Königen an, neu aufblühend in der Renaissancezeit, bis in das 18 Jahrhundert hinein spielt hier die Sterndeutung ihre bedeutsame Rolle. Für kirchliche Gründungsfeierlichkeiten treten die Feste der Heiligen ein. Für moderne Profanbauten ist irgend ein erfreulicher Gedenktag geeignet. So findet das von Goethe in den Wahlverwandtschaften geschilderte Grundlegungsfest am Geburtstag der Hausherrin Charlotte statt. Auch im Volke ist für solche Gelegenheiten Tagwählerei noch lebendig. In Niedersachsen wird der Werkmeister am Montag schwerlich einen Bau beginnen, denn: „Montag wird nicht wochenalt." Im allgemeinen legt man die Grundsteinlegung gern in den Frühling oder den Sommer, um neben der Gnade geheimnisvoller Mächte doch auch die Gunst der Jahreszeit ausnutzen zu können. So fällt die Geburtsstunde Venedigs auf den Mittag des 25. März, Mariä Verkündigung, 413 oder 421 n. Chr.; die Neugründung von Florenz auf den Mittag des 1. April 801 n. Chr.; der Gründungstag Roms auf den 21. April, Fest der Palilien, 754 v. Chr. Die Tempelgründung Salomos um 2000 v. Chr. fiel in den Mai, die zweite Grundlegung des Tempels in Jerusalem 535 v. Chr. gleichfalls in den Mai. König Sargon von Assyrien begann mit der Beschaffung der Baustoffe für seinen 706 v. Chr. bezogenen Ruhesitz im Mai und legte den Grund im nächsten Juli. Die Burg Hohenzollern ward im Mai 1454 gegründet, die Cölestinerkirche in Paris nach Ausweis des aufgefundenen ersten Steins am 26. Mai 1365. Auf den 9. Juni 1884 in die Mittagsstunde fällt die Gründungsfeier des Reichstagshauses in Berlin, auf den 30. Juni 1377 drei Stunden nach Sonnenaufgang die des Münsters in Ulm, auf den 30. Juni 1903 mittags die Grundsteinlegung des Rathauses der Stadt Hannover. Der erste Stein der Kirche von Belleville in Beaujolais wurde am 8. Juli 1168 eingesegnet. Am 14. Juli 1137 war die Gründungsfeier von St. Denis bei Paris. Auf aller zwölf Boten Tag, also wohl am 15. Juli, 1390 wurde der erste Stein zur St. Kilianskirche in Staßfurt a. M. gelegt. 1489 am 15. Juli beim Morgengrauen begann Filippo Strozzi die Bauhütte und am 6. August bei Sonnenaufgang die Bauausführung seines Palastes, beides auf Rat sternkundiger Freunde. Am 14. August auf Mariä Himmelfahrt 1248 wurde der Kölner Dom, am 25. August 1615 das Augsburger Rathaus, am 27. August 1396 die Cortosa bei Pavia gegründet. Herbstliche und winterliche Grundsteinlegungen sind selten: wir nennen die des Niederwalddenkmals am 16. September 1877, die der Alexanderbrücke in Paris am 7. Oktober 1896, die von Notre-Dame in Montbrison am Klemenstage 23. November 1226, die dritte Grundsteinlegung des Tempels in Jerusalem am 24. Kislev, Dezember, 520 v. Chr.

Die Weihehandlung der Grundlegung geschieht unter Vorgang einer oder weniger hervorragender Personen, doch unter Mitwirkung oder Beistand zahlreicher Teilnehmer. Den sagenhaften Gründern bedeutender Gemeinwesen ward noch nachträglich göttliche Abstammung, wunderbare Errettung aus Verfolgung und Not, nach dem Tode dankbare Verehrung, wohl gar Vergötterung zuerkannt Wir erinnern an Sargon I., Amphion und Zethos, Romulus und Remus, Servius Tullius. In geschichtlicher Zeit fällt dem Fürsten, dem Priester, dem Hausherrn das Hauptstück der feierlichen Handlung zu. Die Römer hielten darauf, daß sogar die Wachen und Diener auserwählte Personen seien: Soldaten mit glückbedeutenden Namen; Kinder, deren beide Eltern noch lebten. Die aus dem 16. Jahrhundert stammenden Berichte über die Gründung von Venedig betonen die glückbedeutenden Namen des ersten Priesters und der ersten Fürsten. Im Mittelalter und später noch zog man zuweilen unschuldige Knaben zur Mitarbeit hinzu. Auch einer hohen Frau wird wohl der Vortritt überlassen.

Zum Baubeginn wird der Platz von den Spuren früherer Benutzung gesäubert, eingefriedigt, geschmückt, dem Treiben finsterer Mächte entzogen. Die Baustelle römischer Tempel ward mit Weihebändern und Kränzen, diejenige mittelalterlicher Kirchen mit Seidenfäden abgegrenzt. In den Marienkirchen in Laeken und Lebbeke bei Dendermonde in Belgien werden solche Fäden noch aufbewahrt. Die Gründung von Heiligtümern wird durch eine reinigende Weihe eingeleitet. Zu diesem Zweck ward im Altertum zunächst ein Altar, mindestens eine vorläufige Opferstätte, errichtet und in Gebrauch genommen. Nach katholischem Ritus wird zuerst ein Kreuz an der Stelle des künftigen Hochaltars errichtet, und sodann der Bauplatz vor Legung des ersten Steines entsühnt.

Die Verlegung und Festigung des ersten Steines, des Grundsteins oder des Ecksteins, auch einer Mehrzahl solcher ist das Hauptstück der Weihehandlung. Die Zahl und Lage dieser bedeutsamen Werkstücke ist zu verschiedenen Zeiten verschieden gewesen. Die Ägypter, so sehr sie die vorbildliche Bauarbeit des Gründers betonten, auch die ganze Weihehandlung nach der Abschnürung benannten, hielten es doch für nicht weniger wichtig, die vier Ecken ihrer Bauten durch Niederlegung segenbringender Gegenstände zu weihen. Die Babylonier legten im Innern ihrer Bauten einen oder mehrere Steinkästen, geheiligte Bildwerke und Tafeln enthaltend, nieder; außerdem noch beschriftete Tongefäße in den vier auf die Haupthimmelsrichtungen weisenden Ecken. Die heiligen Schriften alten und neuen Testamentes erwähnen eben so häufig den Grundstein, wie den Eckstein. Etruskische und römische Städtegründer höhlten die Grube für mancherlei Einlagen guter Vorbedeutung auf dem Schnittpunkt der Hauptachsen des Stadtvierecks. In Kirchen des Mittelalters wurden zuweilen vier erste Steine gelegt nach der Figur des heiligen Kreuzes, ja selbst zwölf nach dem Vorbilde des himmlischen Jerusalems. Meist jedoch wird bis auf die Neuzeit nur ein einziger Grundstein vermauert, in kirchlichen Gebäuden unter dem künftigen Hochaltar, in protestantischen Kirchen auch unter der Kanzel, mit Vorliebe aber sowohl in kirchlichen wie in weltlichen Bauten unter dem Hauptportal.

Bei der andächtigen Ehrfurcht, mit welcher man die Grundlegung ausübte, bei dem begreiflichen Wunsch, selbst wenn der Bau zerstört würde, den Namen des Gründers auf die Nachwelt zu bringen, lag es nahe, den Grundstein und damit

das Bauwerk durch ein weihevolles Zeichen der Gottheit zuzueignen, durch eine Inschrift überirdischen Schutz zu erflehen und zugleich das Verdienst des Stifters festzustellen. Nahe lag es ferner, Zeichen und Inschriften nicht immer nur der Oberfläche des Steins anzuvertrauen, sondern auch als besondere Einlagen im Innern des Steines zu verbergen. So gelangte man zu dem uralten Brauch der Grundsteineinlagen unorganischer Art. Die Gründungsgeräte oder deren Nachbildungen, kostbare Steine als Modelle der Werkstücke, als Siegel des Gründers, als beschriebene Tafeln; ferner Bildwerke, gangbare Münzen, Schaumünzen sind als Einlagen durch zahlreiche Nachrichten beglaubigt, durch Auffindungen bestätigt. Die heidnische Sitte der Einlegung von Kostbarkeiten wurde von der Kirche aufgenommen, welche sich auf den Propheten Jesaias beruft, der zu Jerusalem spricht: „Ich lege wie einen Schmuck deine Steine und gründe dich mit Sapphiren." Auch die Erinnerung an die beschrifteten Prachtgrundsteine des himmlischen Jerusalems in der Offenbarung des Johannes mochte hier vorbildlich sein. Gilt der in den Grund gelegte Edelstein für den Bau als dasselbe, was der am Halse getragene Talisman für die Person bedeutet; ist die beschriebene Tafel dem Amulette gleich zu achten, so erinnert das unter dem Mauerwerk verborgene Bild an die Palladien, frei aufgestellte oder in einer Kapelle oder Kammer aufbewahrte Schutzbilder, wie sie das Altertum besaß und das Mittelalter nicht vergessen hatte. Die Chaldäer schlossen Königsbilder in ihre Grundsteine. Konstantin der Große soll das alte troische, von Aeneas nach Latium überführte, später angeblich im Vestatempel in Rom aufbewahrte Palladium unter dem Sockel seiner Bildsäule auf dem Forum in Konstantinopel verborgen haben. Beim Mauernbau von Forli im 13. Jahrhundert wurde ein Reiterbild zum Schutz gegen Feindesgefahr vergraben. Seit der Renaissancezeit häufen sich die Nachrichten, daß die Stifter Schaumünzen mit ihrem Bildnis und Wappen in die Grundmauern legten, offenbar in der Absicht, eine gute Vorbedeutung für das Gedeihen der Familie im Hause, für das Verbleiben des Hauses im Besitze der Familie zu schaffen. Wenn die Neuzeit neben andern Spenden mit Vorliebe Münzen in der Aushöhlung des ersten Steines verbirgt, wenn in den Grundstein des Reichstagshauses ein Satz Reichsmünzen mit dem Bildnis des Kaisers und dem Reichswappen gelegt wurde, so wird ernstlich und aufrichtig der Nachwelt gedacht, welche dereinst die versteckten Kostbarkeiten finden und sich an solchen Daseinsbeweisen der Vorfahren erbauen könnte. Immerhin kann man in dieser Gepflogenheit die Spur des überlebten und vergessenen Aberglaubens vergangener Geschlechter nicht verkennen.

Der guten Vorbedeutung dient die Einlage von Vegetabilien, wie die Gründungsgeschichte von Alexandria klar dartut. Wie dem Boden Korn und Wein anvertraut wird, so soll es auch den Bewohnern oder Nutznießern des Bauwerkes an reichlicher Fülle nicht fehlen. Bis auf den heutigen Tag wird dieser Teil des Brauches oft und gern ausgeübt.

Die Einmauerung von Tieren bedeutet offenbar eine Gabe an den Geist des Ortes. Kleinere Vierfüßer, Geflügel, auch Eier werden so dargebracht.

Einige Mitteilungen aus dem Altertum, eine reichliche Sagenbildung, welche sich an mittelalterliche Bauwerke, an Burgen, Brücken, Dämme knüpft, ferner die Berichte von Reisenden und Missionaren lassen es unzweifelhaft erscheinen, daß einst auch menschliche Schlachtopfer in den Grund gemauert wurden, ja daß in Afrika und im fernen Osten dieser Brauch bis vor kurzem noch bestand, vielleicht in einigen dunkeln Erdenwinkeln noch fortgeübt wird. Die obwaltende Absicht wird verschieden angegeben. Wenn wir erfahren, daß beim Ausschachten des Bodens zum vornehmsten Tempel des römischen Volkes ein frisch abgehauenes Menschenhaupt sich vorfand, so dürfen wir vermuten, daß eine wohlüberlegte, aber geheim gehaltene Tötung vorher stattfand, um durch ein angebliches Wunderzeichen eine gute Vorbedeutung zu schaffen. Oft bildet das Menschenopfer den Tribut für eine milde zu stimmende Gottheit, wie die zahlreichen Legenden von eingemauerten einzigen Söhnen, von der in die Mauer eingeschlossenen Frau es klar erkennen lassen. Zuweilen tritt der Zweck deutlich hervor und wird in den Berichten aus dem fernsten Osten bestimmt ausgesprochen: in den Seelen der Geopferten treue Schutzgeister der Örtlichkeit zu gewinnen.

Die Feierlichkeit der Gründung erfolgt in vorbildlich handwerksmäßiger Tätigkeit durch den Stifter und seine Begleiter. In alter wie in neuer Zeit leiten Fürsten und Herren die Absteckung ein, tragen Körbe mit Steinen herzu, tun den ersten Spatenstich, versetzen und verstreichen den ersten Stein. Kostbares Gerät ist dazu üblich, vom goldenen Schlegel der Pharaonen und Neros goldenem Spaten an bis zum silbernen Gründungswerkzeug für die Burg Hohenzollern und dem vor kurzem beschafften prächtigen Festzeug des deutschen Kaisers. Auch daß für Herren und Arbeiter ein fröhliches Gelage zu folgen pflegt, läßt sich von alters her beweisen.

Schnurspannung und Grundeinlagen der Ägypter.

In Ägypten war die Ausführung der öffentlichen Gebäude von einem königlichen Erlaß abhängig, welchen der Herrscher zuvor mit einem Kollegium hoher Beamten beriet. Ein Beispiel bietet der Text jener von Dr. H. Brugsch-Pascha in Theben erworbenen, jetzt im Berliner Museum befindlichen Lederrolle, aus der Zeit Usortisen des Ersten, Mitte des 3. Jahrtausends v. Chr. Nach Schilderung der Vorberatung für einen Tempelbau zu Ehren des Sonnengottes Horus heißt es da: „Der König schmückte sich mit der Federkrone und begab sich, umgeben von den Seinen, auf den Bauplatz. Der oberste Schriftgelehrte las vor aus dem Buche über das Spannen der Meßschnur und die Einpfählung des Absteckungsstabes, und der König vollzog angesichts des versammelten Volkes die Weihehandlung für den geplanten Tempel."

Die Feierlichkeit, deren Verlauf der oberste Schriftgelehrte nach dem Ritualbuche angab und deren vorgeschriebene Weiheworte er wahrscheinlich dem Stifter vorsprach, fand an einem vorher bestimmten, als besonders günstig befundenen Tage eines Mondmonats statt. Inschriften, welche solcher Weihehandlung Erwähnung tun, treten etwa seit dem 15. Jahrhundert v. Chr. auf. So läßt eine Bauinschrift im Hinblick auf die Gründung des Tempels von Abydos in Oberägypten die Göttin Safech zum Könige Sety I. (vor 1347 v. Chr.) sprechen: „Der Schlegel in meiner Hand war golden, mit welchem ich den Pflock einschlug, und du warst

bei mir als Seilspanner. Deine Hand hielt die Erdhacke beim Feststellen der vier Ecken, welche genau gemessen waren nach den vier Stützen des Himmels."

Von den bildlichen Darstellungen des festlichen Vorganges ist eine der zweiten Hälfte des 4. Jahrtausends angehörige kürzlich in Abusir, drei Stunden südlich von Kairo, im Sonnenheiligtum des Königs Ne-woser-re aufgedeckt worden. In farbigem erhabenen Bildwerk wird geschildert, wie der Herrscher mit der Göttin Safech die Achse des Tempels aufschnürt, die Baustelle abschreitet, die Baugrube aushebt, über der Grube mit einer Göttin opfert, die Türangeln herbeibringen läßt und so fort. Die Bilder scheinen ihrem steifen altertümlichen Gepräge nach Abzeichnungen noch älterer Vorbilder zu sein.

Ähnliche Darstellungen finden sich aus allen Zeiten der alten ägyptischen Kultur. An einer Wand des Amontempels in Theben, im jetzigen Dorfe Karnak, erscheint Ramses II. (1347 bis 1281 v. Chr.) im Schmucke des Königtums, dem reich verzierten Schurz mit Leopardenschweif, das Haupt bedeckt mit der kegelförmigen Krone Oberägyptens, beschäftigt, einen langen Stab mittels einer Keule in die Erde zu treiben (Abb. 1). Ihm gegenüber schlägt eine Göttin, angetan mit Pantherfell und Sternenkrone, gleichfalls mit der Keule auf einen Stab. Beide Stäbe sind durch eine umschlungene Schnur verbunden. Die Göttin wird in der Überschrift bezeichnet als „die Herrin der Schrift, die Herrin des Bauens und Gebieterin im Hause der Bücher". Die Handlung heißt in der zwischen den beiden Stäben befindlichen Inschrift: „Das Anspannen der Schnur durch den König selbst in Gemeinschaft mit der Göttin Safech."

Wie zahlreiche Heiligtümer im Niltal verdankte der Tempel der Hathor (Aphrodite Urania) in Denderah am linken Nilufer (Oberägypten) seinen Ursprung den ältesten Königen. Zwei in einer Krypta des Baues gefundene Inschriften besagen, daß Thutmosis III (nach 1500 v. Chr.) eine Wiederherstellung anordnete nach einem im Tempelarchiv aufbewahrten unter Phiops (vor 3000 v. Chr.) gefundenen, auf Maultierhaut gezeichneten Plan, der aus der Zeit des Pyramidenerbauers Chufu (nach 3500 v. Chr.) herrührte, aber wahrscheinlich die Abzeichnung eines noch älteren Planes war, dessen Abfassung in die vorgeschichtliche Zeit, die Zeit der Nachfolger des Horus zurückreichte. Jener zweite von Thutmosis III. begonnene Bau scheint erst unter Ramses III. (um 1200 v. Chr.) beendet zu sein. Die dritte und letzte Herstellung ward unter den Ptolemäern angefangen. Doch wurden erst unter Augustus die großen Umfassungsmauern begonnen und unter Trajan zu Ende geführt. An diesem letzten Bau sind die baulichen Weihehandlungen der Reihe nach zu gleichen Teilen in der untersten Bildreihe der Nord- und der Südwand des mit der Schmalseite nach Osten sich öffnenden Tempels zur Darstellung gebracht. Die Gottheiten, die hier mit dem Pharao, in diesem Falle dem Kaiser Augustus, auftreten, sind die Göttin Safech, die Beschützerin des schriftlich überlieferten Wissens; ferner der ibisköpfige Gott Thot, der Verkörperer der verständigen Klugheit; namentlich aber die Besitzerin des Tempels, Hathor, die Göttin der Freude und Liebe selbst.

Die erste Handlung der Gründungsfeierlichkeit vor der Tempelgottheit ist auch hier das Pfahlschlagen und das Strickspannen. In üblicher Weise ist die Göttin Safech mittätig, während Hathor in göttlicher Ruhe weiter zurück steht. Die beigegebene Inschrift lautet in bezug auf den König: „Der lebende Gott, der herrliche Sohn des Thot, genährt von der erhabenen Göttin des Heiligtums, der Herrscher des Landes, spannet freudenvoll die Schnur. Den Blick heftend auf das Stierschenkelgestirn (das Siebengestirn) in dessen höchster Stellung, bestimmt er die Richtung des Tempelhauses der Herrin von Denderah, wie es daselbst

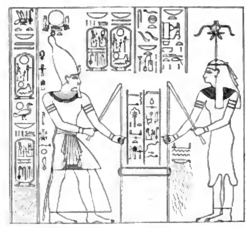


Abb. 1. Schnurspannung zum Amontempel in Theben durch Ramses II. (um 1300 v. Chr.).
(Nach Dr. Joh. Dümichen, Baugeschichte des Denderahtempels.)

schon in der Vorzeit geschah." Safech spricht: „Ich fasse gemeinsam mit Seiner Majestät den Stab und den Schlegel zur Begründung des Sitzes der Sonnentochter." Der König fügt hinzu: „Freudvoll betrete ich die Wohnung der Tochter Tums, um den Grund zu ihrem Heiligtum zu legen." (Tum ist ein anderer Name des Sonnengottes Horus.) Es folgt der Beginn des Ausschachtens mittels der ägyptischen Erdhacke, deren großes Schaufelblatt an dem hölzernen Stiel oben und in der Mitte durch Bänder festgehalten ist. Auch diese Tätigkeit verrichtet der Herrscher, wobei ihm seine göttliche Mutter und der Gott mit dem Ibiskopf zuschauen. Die nächste Handlung ist die Ausfüllung der Baugrube mit Sand, Geröll und Scherben vor Hathor. Die Sandschüttung war in dem alljährlich überschwemmten Tonboden des Niltales die übliche Art der Gründung, welche in Stärken bis zu 5 Meter Tiefe die Jahrtausende unversehrt überdauert hat. Das Bild zeigt den König mit einem Sandgefäß, dessen Inhalt er in die Ausschachtung schüttet. Weiter erscheint die Darstellung des Ziegelstreichens. Der Herrscher bereitet auf einem Tische einen Ziegelstein, indem er feuchten Nilschlamm, den er in eine Holzform gedrückt hat, mit einem flachen Streichbrett abstreicht. Er spricht dabei zur Hathor: „Ich habe Erde genommen und Myrrhen erfaßt; ich vermische Weihrauch mit Wein. Ich habe nach der Ziegelform gegriffen, um Ziegel zu streichen für den Aufbau des Heiligtums, welches dein Bild in sich schließt." (In den ähnlichen Darstellungen des Tempels zu Edfu wird auch noch das Stroh erwähnt, mit welchem man den Ziegelton zu vermischen pflegte.) Die fernere vorbildliche Arbeit Pharaos ist das Herbeibringen von kostbaren Nachbildungen der Bau-

steine. Überschrift: „Die Darreichung der Steine, welche in die Erde gelegt werden.“ Beischrift: „Ich habe vor dein Angesicht, du meine Königin, Ziegel und Gold und Edelsteine herbeigetragen und sie an den vier Ecken deiner Wohnstätte niedergelegt.“ Der männliche Begleiter der Göttin Hathor erscheint diesmal mit einem Sperberkopf. Den Schluß der Gründungsfeierlichkeit bildet das Legen des

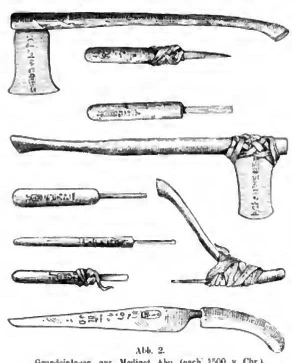


Abb. 2.
Grundeinlagen aus Medinet Abu (nach 1500 v. Chr.).
(Nach Adolf Erman: Ägypten und ägyptisches Leben im Altertum.)

ersten Hausteinblocks, wozu sich der König einer Hebelstange bedient. Er spricht zur Göttin: „Ich legte den Maßstab an. Ich mauerte der herrlichen Göttin die Wohnung auf, die ich gründete mit meinen eigenen Händen. Ich habe meiner holdseligen Mutter ein Denkmal gesetzt, das ansehnlicher ist, als die sonst den Göttern geweihten Stätten.“ Es folgen dann noch die Darstellungen der Reinigung des fertigen Baues mittels ausgestreuter Laugensalzkügelchen und die feierliche Übergabe des vollendeten und gereinigten Tempels an die Gottheit.

Die Werkzeuge, deren sich der König zu den einzelnen Handlungen der Gründung bediente, oder doch deren ver-

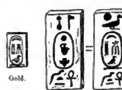


Abb. 3.
Grundsteineinlagen aus Tell Nebescheh (um 600 v. Chr.).
(Aus Flinders Petrie: Ten years digging in Egypt, 1892.)

kleinerte Nachbildungen, ferner Modelle von Bausteinen aus edlem Stoff, kostbare Tafeln mit dem Namen des Königs, Opfergeräte und was sonst frommer Gebrauch gebieten mochte, wurden im Sande, meist unter den vier Ecken der Außenmauern, vergraben. Von solchen Gründungseinlagen waren bis vor einiger Zeit nur wenige bekannt, namentlich diejenigen, welche, aus dem 15. Jahrhundert v. Chr. stammend, in Medinet Abu bei Theben (Abb. 2) gefunden, in den Sammlungen von Kairo, Leyden, London und Alnwick Castle verteilt aufbewahrt werden. Es sind, dem Zurichten der Absteckungspfähle entsprechend, kleine Zimmermannswerkzeuge aus Holz und Bronze: Äxte, Meißel, Messer, deren Aufschrift gleichmäßig lautet: „Der gnädige Gott Thutmosis III., der Liebling des Amon, spannte die Schnur zur Gründung von Amontoser.“ In den Jahren 1881 bis 1891 hat Flinders Petrie in Unterägypten mehrere derartige Schätze zutage gefördert. Die ältesten, von Usertisen II. (um 2500 v. Chr.), waren Baugeräte und Karneolperlen, aufgedeckt in Illahun, am Eingang der Provinz Fayum, in der Mitte einer leeren Tempelstätte. In Tell Nebescheh, einige Kilometer südlich von Tanis im östlichen Nildelta, gewann man die Grundsteineinlagen eines zerstörten Tempels (Abb. 3). Sie befanden sich in den Ecken und mußten aus dem Grundwasser geholt werden. Es waren Tongefäße und kleine Platten aus edlen Metallen, Steinen und Glas mit dem Namen des Aahmes Si-nit (um 600 v. Chr.). In den vier Ecken der Burg des Standlagers Daphnae an der asiatischen Grenze des Nildeltas fand Petrie je einen Satz von Platten mit dem Namen Psammetichos I. (nach 666 v. Chr.), welcher dieses und das Standlager Naukratis an der libyschen Grenze zur Befestigung seiner Herrschaft gestiftet hatte. Jeder Satz bestand aus je einem Täfelchen von Karneol, Feldspat, Lapislazuli, Jaspis, Gold, Silber, Blei, Kupfer und grünem Glase, steigend in der Größe von etwa 8 zu 12 bis 40 zu 84 Millimeter. Beigefügt waren formlose Stücke von Blei- und Kupfererz, an einer Ecke auch Gebeine eines Opfertiers. Modelle von Baugeräten aus Eisen und Bronze, von Bausteinen aus kostbaren Stoffen, Becher und Vase aus Glas zur Spendung von Trankopfern, ein Täfelchen aus Lapislazuli mit dem Namen Ptolemaeos II. (erste Hälfte des 3. Jahrhunderts) wurden in den Ecken der Sandbettung unter dem vierseitigen Torhause des umwallten Lagers von Naukratis herausgehoben. In jüngster Zeit wurden unter andern in Derelbahri in Theben Modelle von Baugeräten hervorgeholt, von der Königin Hatschepsut, Gemahlin Thutmosis II. (um 1500 v. Chr.), stammend. Proben solcher Funde befinden sich in der Berliner ägyptischen Sammlung.

Die Bauurkunden der mesopotamischen Semiten.

Über die Weihehandlungen, mit welchen die Babylonier und Assyrier ihre Bauten einleiteten, enthalten ihre schriftlichen Aufzeichnungen wenig. Wohl aber sind ihre Grundsteine und deren Inhalt, ihre tönernen Ecksteine und sonstige mannigfache Einlagen des Grundes und der Mauern vielfach aufgefunden worden. Mit welchem frommen Eifer sie nicht nur den Beginn ihrer eigenen baulichen Unternehmungen ins Werk setzten, sondern auch die Stiftungsurkunden der Vorfahren aufsuchten und verehrten, dafür zeugt die an die Sintflutsage anknüpfende Gründungsgeschichte des Istartempels in Sippara.

Die babylonische Legende, durch Berosos uns übermittelt, vermeldet nämlich: Nachdem Belos aus dem Chaos die Welt und dann die Menschen geschaffen, erschien im ersten Jahre

aus dem Meere, wo es an Babylonien stößt, ein wunderbares Wesen, das man Oannes nannte. Es hatte den Leib eines Fisches. Aber unter dem Fischkopf hatte es noch ein menschliches Haupt und unter dem Fischschweif Menschenfüße und war mit menschlicher Sprache begabt. Sein Bild ist noch erhalten. Dieses Wesen unterrichtete die Menschheit in den Grundsätzen aller staatlichen Ordnung, aller Fertigkeiten, Künste und Wissenschaften, namentlich auch in der Anlage der Städte und Gründung der Heiligtümer. Es hinterließ seine Unterweisungen auch schriftlich. Wiederholte Erscheinungen derartiger Ungeheuer, Verkörperungen des Himmelsgottes Anu, schärften jene Lehren ausführlicher ein. Solches geschah während der Zeit der ersten zehn Völkerhirten. Den Herrscherfamilien von Babylon und Pantibibla folgte mit dem achten Hirtenkönige der Königsstamm von Lanchara oder Larsam, welchem als letzter Xisuthros entsproß. Kronos kündigte ihm durch einen Traum die große Flut an, die er mit den Seinen in einem Schiff überstehen solle. Vorher aber solle er noch den Anfang, die Mitte und das Ende alles dessen, was durch Schriften aufgezeichnet sei, also jene uranfänglichen Unterweisungen, in der Stadt der Sonne, Sippara vergraben. Nach Ablauf der Flut und Landung in Armenien ward Xisuthros zu den Göttern entrückt, schärfte aber vom Himmel her den zurückbleibenden Gefährten ein, die vergrabenen Schriften aus Sippara wieder hervorzuholen und den Menschen zu überliefern. Diese taten also und gründeten oder erneuerten, vermutlich nach den wieder aufgefundenen Lehren, zahlreiche Städte und Tempel.

Sippara oder Pantibibla war eine durch einen Kanal des Euphrat getrennte Doppelstadt. Der Name „Allbücherstadt" weist auf eine berühmte, durch Funde bestätigte Bibliothek irdener Urkunden hin. Die Zwillingsstadtteile hießen „Sipar-sa-Samas", Stadt des Sonnengottes, und „Sipar-sa-Annnit", Stadt der Annnit, Tochter Anus, der Istar, der babylonischen Venus. Sipar-sa-Annnit führte auch den Sondernamen Agane. Hier baute oder erneuerte Sargon I. (um 2000 v. Chr.) den Tempel „Ulbar" der Istar. Wie Xisuthros ließ er aus Larsam nach Sippara geheimnisvolle Tafeln bringen und im Grunde des Istarheiligtums verbergen. Man vermutete, daß diese Tafeln die Abschrift jener Urkunden enthielten, welche durch Xisuthros vor der Sintflut vergraben waren, und bemühte sich in der Folgezeit bei gelegentlichen Erneuerungen des Tempels lange vergeblich, schließlich mit Erfolg, diese verehrungswürdigen Denkmäler der Urzeit wieder aufzufinden.

Sargon der Ältere verstand es, seine Person in den Ruf übermenschlicher Herkunft und geheimnisvollen Wissens zu setzen. Zahlreiche Inschriftstellen gedenken seiner Sammlung von Tafeln heiliger Wissenschaft, welche in der Kopie eines der assyrischen Herrscher Babylons, Assur-bani-pala (gegen 647 v. Chr.), bruchstückweise erhalten sind. In einem dieser Teilstücke nimmt Sargon die wunderbare Jugendgeschichte der Reichs- und Städtegründer für sich in Anspruch, eine Abwandlung der Geschichte des Xisuthros, des zweiten Gründers der menschlichen Gesellschaft. Er erzählt nämlich das später so oft in ähnlicher Fassung wiederholte Märchen, daß er, während sein Oheim sich tyrannisch des Landes bemächtigt hatte, vaterlos empfangen, in Heimlichkeit geboren und von seiner Mutter in einer mit Pech gedichteten Wiege aus Rohr auf dem Euphrat ausgesetzt worden sei. Er trieb auf dem Flusse hinab bis zu Akki, dem Herrn der Wasser, welcher ihn als sein Kind aufzog und zu seinem Gärtner machte. Da gewann Istar, die Tochter des Himmelskönigs, ihn lieb und erhob ihn zum König über die Menschen.

Sargons fernster Nachfolger und letzter Herrscher des babylonischen Reiches, Nabu-naïd, beschäftigte sich viel mit der ältesten Geschichte Chaldäas. In einer tönernen Zylinderurkunde berichtet er über seine Forschungen im Istartempel. Die Tafeln von Larsam seien unter den Grundmauern dieses Heiligtums niedergelegt worden durch Sargon und dessen Sohn Naram-sin. Kurigalzu von Babylon (um 1350 v. Chr.) habe bereits die Inschrift hinterlassen: „ich suchte den Grundstein und habe ihn nicht gefunden." Assur-akhi-iddin von Assyrien (gegen 680 v. Chr.) und Nabu-kudur-usur von Babylon (gegen 604 v. Chr.) haben vergeblich gesucht. Er selbst, Nabu-naïd (555 bis 538 v. Chr.), habe mit königlicher Beharrlichkeit seine Krieger zu Nachforschungen angehalten.

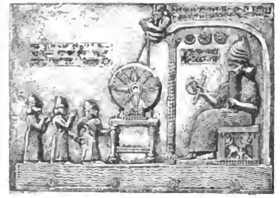


Abb. 4. Nabu-bal-iddin vor Samas,
Darstellung auf einer Grundsteineinlage aus Sippara.
(Nach Perrot u. Chipiez.)

An der Vorder- und an der Rückseite sei lange vergeblich gegraben, und die Arbeit durch Überschwemmung gestört worden. Aber endlich habe er doch den Grundstein des Tempels entdeckt und eine Niederschrift darin gefunden, folgenden Wortlauts: „Ich, Sargon, der echte Völkerhirt, der höchste Herrscher, spreche also: Der Gott Samas und die Göttin Annnit haben mich zur Herrschaft über Länder und Völker berufen. Sie haben meine Hand gefüllt mit den Abgaben aller Völker. Ich spreche also: Der Tempel des Tagesgottes, meines Herrn von Sippara, und der Tempel Ulbar der Annnit, meiner Herrin von Sippara, waren zerstört bis auf den Sockel seit dem Zeitalter des uralten Königs Zabum. Ich habe ihre Unterbauten abgetragen, ihre Grundmauern aufgedeckt, die Schutthügel entfernt, die Fluchten festgestellt und neue starke Unterbauten aufgeführt zum Ruhm des Samas und der Annnit und zu meiner eigenen Genugtuung. Beide Gottheiten gewährten mir die Fortdauer ihres Schutzes. Mögen sie meine Tage verlängern, meine Lebensdauer verdoppeln und meine Glücksjahre fortsetzen. Mögen sie die Urkunde dieses Baudenkmals behüten und den Ruhm meines Namens erhöhen." „So also", fährt Nabu-naïd fort, „fand ich den Namen des Sargon, welcher den Tempel Ulbar zu Ehren der Annnit gebaut und dessen Grundstein gelegt hat." Das Ergebnis dieser langwierigen Forschungen war also nichts

als die Gewißheit, daß das derzeitige trümmerhafte Heiligtum bereits in der Vorzeit aus Trümmern erneuert war. Nabu-naïd erneuerte es nun seinerseits unter Ersetzung des vorderen Grundsteins und der Tongefäße des Ostens und des Westens.

Dem Sonnengotte Samas vorwiegend, daneben den Gottheiten Sin und Istar, war die Bauanlage geweiht, welche Rassam 1879 in Sippara aufgrub. Hier fand sich im Vorhofe eines rechteckigen Tempelraums neben dem Ziegelkern eines großen Altars unter dem asphaltierten Boden ein mit Schriftzeichen bedeckter kastenförmiger Grundstein von gebranntem Ton, welcher eine handliche Steintafel faßte. Die Vorderseite dieser Tafel (Abb. 4) zeigt den thronenden Sonnengott, welchem zwei Priester einen König zuführen. Eine längere Inschrift, welche unter dieser flach erhabenen Darstellung



Abb. 5. Tönerner Nagelzylinder aus Tello. (Nach Perrot u. Chipiez.)

Abb. 6. Abb. 7.

Bronzene Grundsteineinlagen aus Tello.

beginnt und noch die Rückseite bedeckt, berichtet, Zabum habe das dem Sonnengotte geweihte, bereits zu seiner Zeit von Feinden verwüstete und geplünderte Heiligtum wieder herzustellen begonnen; von verschiedenen Nachfolgern sei das Werk fortgesetzt worden; Nabu-bal-iddin (seit 880 v. Chr.) habe es beendet. In dem Steinkasten lagen noch zwei Tonabdrücke, geeignet, zur Vervielfältigung der Widmungstafel zu dienen, deren Rückseiten besagen, daß sie von Nabupal-usur (um 620 v. Chr.) bei einer abermaligen Wiederherstellung hinzugefügt seien. Die im gleichen Behälter vorhandenen Tonzylinder des Nabu-naïd bekunden, daß schließlich auch er das Sonnenheiligtum erneuert und begabt habe.

In Sirtella, heute Tello, nahe dem Chat el Hai, wenig oberhalb des Zusammenflusses von Euphrat und Tigris, fand De Sarzek in den Trümmern der Königsburg, dicht unter der ursprünglichen Bodenoberfläche, vier Würfel aus mittels Erdpech verbundenen Ziegeln, je mit einer Höhlung im Innern. Diese Höhlungen umschlossen in einer Hülle festen gelben Sandes je ein kleines Erzbildwerk, einen knieenden Mann, der einen nach unten zugespitzten Kegel hält (Abb. 6); eine Frau, ein Gefäß auf dem Kopf tragend und auf einem ähnlich geformten Kegel stehend; einen liegenden Stier auf kegelförmigem, unten spitzen Sockel (Abb. 7). Der Inhalt des vierten Grundsteins wird nicht vermeldet. Zu Füßen jedes Figürchens fanden sich, in dem Asphalt haftend, mit dem die Höhlung ausgestrichen war, zwei Täfelchen von Stein, ein weißes und ein schwarzes, das schwarze meist mit einer Inschrift in Keilbuchstaben versehen, welche derjenigen glich oder ähnelte, die auf den Erzfiguren eingraviert war. Der gleiche Text, den Baubericht mit einem Gebet vereinigend, war auf den sogenannten Nagelzylindern (Abb. 5), breitköpfigen Kegeln von gebranntem Ton zu lesen, welche man in großer Zahl in der Grundlage und im aufgehenden Mauerwerk auffand.

Die neuesten Grabungen der deutschen Orientgesellschaft haben die Zahl der babylonischen Grundsteinfunde nicht unerheblich vermehrt. So entdeckte man unter der Wandnische der Hauptzelle im Tempel des Adar oder Ninib (Saturn) in Babylon eine aus Ziegeln zusammengesetzte Kapsel, welche eine 15 cm hohe Figur aus gebranntem Ton barg: ein Männchen, dessen Haupt mit einer Mitra geschmückt ist, ein Stäbchen in der vorgestreckten Rechten haltend, eine verstümmelte Inschrift auf den Schulterblättern zeigend. Derartige Kapseln mit ähnlichem Inhalt fanden sich noch mehrere, bald zu beiden Seiten, bald in der Mitte der Hof- und Vorplatztore. Es fehlte außerdem unter den Türschwellen der drei nebeneinander liegenden Tempelzellen nicht an zylinderförmigen Urkunden mit Erneuerungsinschrift des Nabupal-usur.

Nächst den mit bedeutsamem Bildwerk gefüllten Grundsteinkästen kann man die schon erwähnten nagelförmigen Schriftträger, mit welchen zuweilen der Boden und die Wände der Bauwerke besteckt waren, sowie die beschrifteten Tonzylinder, welche sich außer unter den Türschwellen namentlich auch in den vier orientierten Ecken der Bauten vorfinden, als Grundsteine zweiter Ordnung bezeichnen. Besonders die Tongefäße bieten oft sehr ausführliche Stiftungsurkunden, welche mit dem allgemeinen Ruhm des Bauherrn beginnen, mit der Formel „Zu eben der Zeit“ auf die Gründung oder Erneuerung des Werkes übergehen, mit einem Gebet schließen. Sechs, acht, neun Seiten aufweisend, öfter auch rund, in Form von kleinen Fäßchen mit merklicher Schwellung in der Mitte, sind sie in weichem Zustande mit der Inschrift versehen und dann gebrannt worden. Manchmal bis zu einem Meter hoch, tragen sie oft mehr als hundert lotrechte Zeilen in zarten Keilbuchstaben. Beiläufig sei erwähnt, daß außer diesen Grund- und Mauereinlagen auch Tafeln mannigfacher Art uns über die Baugeschichte Auskunft geben, abgesehen von den Stempeln der gewöhnlichen Ziegeln, welche in kürzester Fassung den Ruhm des Erbauers tausendfach verkünden.

Auf die Tongefäße der Ecken ward man zuerst aufmerksam in Mugheir, dem alten Ur, am westlichen Ufer des Euphrat. Außer sehr alten Ziegelstempeln: „Urkham, König des Landes Ur, hat den Tempel des Sin (Mond) erbaut“ (um 3000 v. Chr.), und einem großen schwarzen Basaltblock mit der gleichen Inschrift in dem unteren Geschosse eines länglich viereckigen, jetzt noch zweistufigen, mit Erdpech gekitteten Baues fand man am Fuße des zweiten Geschosses an den nach den Hauptrichtungen weisenden Ecken vier Tongefäße des Nabu-naïd eingelassen. Diesem Beispiele folgend suchte Rawlinson an den Ecken des Birs Nimrud in Borsippa, dem am rechten Euphratufer

belegenen südwestlichen Stadtteil von Babylon, und fand an den gewiesenen Plätzen in ausgesparten Nischen vier Gefäße, bedeckt mit je 60 Zeilen fast gleichlautender Schrift des Nabu-kudur-usur.

Der Nimrodturm Ezida ist heute ein ungeheurer Schutthaufen, bekrönt von einem durch Feuer verglasten Mauerklotz. Vor der Erneuerung durch Nebukadnezar mochte er jahrhundertelang gipfellos dagestanden haben, denn an ihn knüpfte sich die bei allen Semitenvölkern früh verbreitete Sage vom Turm zu Babel, welchen die nach der Sintflut jugendlich stark heranwachsende Menschheit bis in den Himmel bauen wollte, bis die bedrohte Gottheit mit den Sturmwinden herniederfuhr, das Werk zerstörte, die Sprachen verwirrte und die Menschen in alle Länder zerstreute. Über Ezida und den Turm des rechten Ufers, Esagila, schreibt der Bauherr:

„Nabu-kudur-usur, König von Bab Ilu, der rechtmäßige Herrscher, der treue Stellvertreter Marduks (Jupiters), der hehre Oberpriester, der Geliebte Nabus (Merkurs), der weise Fürst, dessen Aufmerksamkeit auf das Walten der Götter gerichtet ist, der unermüdliche Statthalter, der Ausstatter von Esagila und Ezida, der Erbsohn des Nabu-pal-usur, des Königs von Bab Ilu, bin ich. Als Marduk, der große Herr, mich als rechtmäßigen König berief und mich beauftragte, seine Heiligtümer wieder zu bauen, da gab Nabu, der Lenker beides, Himmels und der Erden, ein gerechtes Zepter in meine Hand. Esagila, den Tempel des Himmels und der Erde, den Sitz Marduks, des Herrn der Götter, das Heiligtum seiner Herrschaft, stattete ich mit strahlendem Gold prächtig aus. Ezida baute ich neu und verzierte es prachtvoll mit Silber, Gold, Edelgestein, Bronze, emaillierten Steinen und Zedernholz. Den Tempel der Grundfesten Himmels und der Erde (Esagila), den Stufenturm von Bab Ilu, baute und vollendete ich; mit glasierten Ziegeln führte ich ihn bis zum Gipfel auf."

„Zu eben der Zeit war (Ezida) der Tempel der sieben Sphären des Himmels und der Erde, der Stufenturm von Borsippa, den ein früherer König gebaut und 42 Ellen in die Höhe geführt, aber nicht bis zum Gipfel aufgeführt hatte, seit fernen Zeiten verfallen. Der Abfluß der Wasser war vernachlässigt worden; Regengüsse und Unwetter hatten die Mauern niedergerissen; die Ziegelbekleidung war zersplittert; die Steine, welche das Tempelgemach gebildet, lagen als Schutthaufen da. Der große Gott Marduk trieb mich an, ihn wieder aufzubauen. Seine Stelle änderte ich nicht; sein Grundstein blieb unangetastet. In einem günstigen Monate, an einem glückverheißenden Tage ließ ich die Bleichsteine des Tempelgemachs und die gebrannten Steine der Mauerbekleidung wiederherstellen und baute das Zerfallene wieder auf. Meinen Namen brachte ich an dem Kranz des Mauerwerks an."

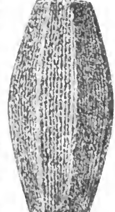
„Bei seinem Aufbau und der Aufrichtung seiner Spitze betete ich: O Nabu, göttlicher Sohn, erhabener Bote, erlauchter Geliebter Marduks, blicke freundlich auf mein frommes Tun! Ewiges Leben, feste Gesundheit, einen gesicherten Thron, eine lange Regierung, den Sieg über alle Aufrührer, die Eroberung der mir feindlichen Länder gewähre mir als Belohnung! In die Zeilen der ewigen Tafel, welche den Umlauf von Himmel und Erde feststellt, trage die Länge meiner Zeit, die Gesundheit meines Lebens ein. Deinem Vater Marduk, dem König des Himmels und der Erde, empfiehl meine Taten. Möge mein Name Nabu-kudur-usur als der des Königs, der die Götter ehrt, immer in deinem Segensspruche leben!"

Der Stufenturm Ezida hat in seiner erneuerten Pracht gedauert, bis er, wahrscheinlich unter Xerxes, durch Feuer zerstört wurde. Allmählich erwachten die alten Sagen wieder. Abraham von Tudela, ein Reisender des 12. Jahrhunderts n. Chr., spricht von ihm, als dem Turm, welchen das zerstreute Geschlecht baute, und den das himmlische Feuer bis zum Grunde hinab gespalten habe.

Im nördlichen Reiche Mesopotamiens, in Assyrien, fanden sich ganz ähnliche Grundeinlagen. In bemerkenswerter Vollständigkeit bietet solche Korsabad, das alte Dur Saruken, Stadt und Palast Sargons II. Am Flusse Kosr oberhalb von Niniveh baute sich dieser Fürst seinen Ruhesitz, eine vierseitige Feste, deren rechtwinklige Ecken auf die Angelpunkte des Himmels gerichtet waren, mit dem Königshause an der Nordwestseite. 706 v. Chr. bezog er seine Wohnung, deren er sich nicht lange freute, denn er wurde 704 ermordet. Victor Place veranstaltete hier, 1854, sehr ergiebige Ausgrabungen. Eine ungewöhnlich starke Mauer im Serail barg den Grundstein, einen Kasten von Alabaster, 40 cm lang, 20 cm breit, 30 cm hoch, mit Deckel von gleichem Stoff. Er enthielt Tafeln, sieben an der Zahl, von Gold, Antimon, Silber, Kupfer, Blei, Marmor und Alabaster. Place konnte die vier ersten Tafeln nach Paris schaffen, die übrigen versanken mit anderen kostbaren Sammlungen im Tigris. Die geretteten sind beiderseitig in Zeilen, welche durch Striche getrennt sind, sehr zierlich beschrieben. Die Goldtafel mißt 4 zu 8 cm, die Antimontafel 6 zu 10 cm, die Silbertafel 6 zu 11³/₄ cm, die Bronzetafel 12 zu 19¹/₂ cm. Die Stärke der drei ersten nimmt nach der Mitte hin etwas zu, beträgt aber bei keiner der vier Tafeln weniger als 3 mm und mehr als 10 mm. Die Ränder der Gold- und der Silbertafel sind etwas eingebogen. Die Goldtafel wiegt 167, die Silbertafel 435 Gramm. Die sogenannte Antimontafel besteht nach Berthelot (histoire de la chimie, Bd. CIV. No. 5) aus reiner kristallisierter kohlensaurer Magnesia, einem selten vorkommenden Mineral. Die Schriftzeichen sind auf der Goldtafel graviert, auf der Silber- und der Bronzetafel mit dem Meißel eingeschlagen, auf der Antimontafel eingeschnitten und im allgemeinen gut erhalten. Als Beispiel folge hier der Wortlaut der Silberinschrift:

„Palast Sargons, des Statthalters Bels, des Fürsten Asurs (des Landesgottes), des mächtigen Königs, des Königs der Gesamtheit, des Königs von Assur (Land), des Königs, welcher vom Aufgang bis zum Niedergang die vier Erdgegenden in Besitz nahm und seine Statthalter über sie setzte. Zu eben jener Zeit baute ich auf Antrieb meines Herzens in der Vorstadt von Niniveh am Fuße des Berges Musri eine Stadt und nannte Dur Saruken ihren Namen. Wohnungen der Götter Ea, Sin, Samas, Raman und Adar, der großen Götter, meiner Herren, gründete ich darin, und Bilder ihrer hehren Gottheit ließ ich kunstreich anfertigen und im Heiligtum aufstellen für alle Zeiten. Paläste von Elfenbein, Usu, Buchsbaum, Palmen, Zedern, Zypressen, Wacholderbaum, Pinien und Pistazienholz baute ich darin, und mit

einer Vorhalle nach Art eines Hettiter-Palastes schmückte ich ihre Tore. Getier des Gebirgs und des Meeres ließ ich aus hohem Berggestein durch die Kunst des Gottes (Ea) anfertigen und im Innern felsenfest aufstellen. Ihre Eingänge ließ ich glänzend gleich dem Mondgotte rings einfassen. Balken von Zedern und Zypressenholz deckte ich auf sie. Türflügel von Usu, Buchsbaum und Palmenholz setzte ich in ihre Tore. Ihre starken Mauern ließ ich, gleich als wären es Felsen, hochragen. (Folgt eine Maßangabe.) Auf Tafeln von Gold, Silber, Bronze, Blei, A-bar, Marmor, Alabaster, schrieb ich meinen Namen und legte sie in das Fundament. Ein zukünftiger Fürst möge das Verfallene erneuern, seine Tafel schreiben und zu meiner Tafel legen, so wird Asur sein Gebet erhören. Wer aber meiner Hände Werk ändern, meine Insignien verschleudern wird, dessen Namen und Samen möge Asur, der große Herr, aus dem Lande vertilgen."


Abb. 8. Tongefäß mit Stiftungsurkunde aus Dur Saruken.
(Nach Perrot u. Chipiez.)

Die Bronzeinschrift ist etwas wortreicher, die Goldinschrift etwas weniger lang. Die Antimontafel faßt sich am kürzesten. Der Inhalt und die Ausdrucksweise ist in allen vieren nahezu gleich.

Von Tongefäßen (Abb. 8) wurden in der Nähe des Grundsteins zwei, an anderen Stellen noch zwölf gefunden. Die größere Anzahl war in eine Außenwand des Harems auf 3 m Höhe eingelassen. Sie haben 20 bis 22 cm Länge bei 8 bis 10 cm mittleren Durchmesser. Nach der Längsrichtung sind sie durch eingegrabene Linien in je zehn Felder geteilt, auf welchen in derselben Richtung 6 bis 10 Zeilen feiner Keilschrift angebracht sind. Ob einige dieser Urkunden bevorzugte Plätze an den Ecken einnahmen, ob man überhaupt an diesen Stellen in assyrischen Bauten solche entdeckt hat, ist nicht bekannt geworden. Auch die Tongefäße Sargons tragen die Stiftungsurkunde, und zwar bei weitem eingehender als die Grundsteintafeln. Der König vermeldet erst seine Kriegs- und Friedenstaten, erzählt dann, wie er Tag und Nacht den Bau geplant, wie er den Platz gewählt, wie er, entsprechend seinem Namen, welcher „der Gerechte" bedeutet, die bisherigen Eigentümer durch Kauf oder Tausch entschädigt. Wie die Gottheiten, denen er durch Gebet und Opfer sein Unternehmen empfahl, sich günstig erwiesen und zur Erbauung der Stadt und zum Graben des Bewässerungskanals ihre Zustimmung gaben. Am Neumond des Monats des Gottes Sin, welcher Monat wegen des Ziegelstreichens, des Städte- und Häuserbaues „Monat des Backsteingottes" genannt wird (Mai), am Tempeltage des Gottes Nebo, habe er mit dem Anfertigen der Ziegelsteine beginnen lassen. Dem Backsteingott (Sin), dem Herrn des Fundamentes, dem Oberbaumeister Bels habe er ein Opferlamm dargebracht, ein Trankopfer ausgegossen und die Hände zu ihm aufgehoben. Im Monat Ab (Juli), dem Monat des Dieners des Feuergottes, da man den Grundstein legt von Stadt und Haus, habe er das Fundament gelegt und darauf die Backsteine aufgemauert. Er erzählt weiter, wie er den sieben Göttern Ea (der die Quellen recht leitet), Sin (Mond), Ningal (Mars), Samas (Sonne), Nebo (Merkur), Raman (Gott der Stürme und Gewitter) und Adar (Saturn) prächtige Heiligtümer errichtete und für sich selbst Paläste baute, das Ganze als Viereck mit Mauern umgab, deren Längenmaß, 16280 Ellen, dem Zahlenwert der Buchstaben seines Namens entsprach, und in denen sich den vier Winden gegenüber acht nach Göttern genannte Tore öffneten. Wie er allerlei vielsprachiges Volk aus allen Gegenden seines Reiches in der neuen Stadt ansiedelte und unter den Befehl von Assyriern stellte. Er schließt mit einer Verwünschung dessen, der einst sein Werk zerstören würde.

Auch zwischen den Füßen der Stiere, welche die Eingänge bewachen, befand sich die ausführliche Stiftungsurkunde eingemeißelt, aus welcher noch der Monat der Einweihung, Tischri (September 707 v. Chr.), hervorgeht.

Ferner wurden in der Sandlage, welche sich in geringer Stärke unter der Schwelle zwischen den Stierbildern der Haupteingänge breitete, zu Hunderten kleine Gegenstände verschiedener Art, Figürchen, Schmucksachen, Petschafte, durchbohrte Siegelzylinder aufgelesen, teils von Achat, Karneol, Turmalin und ähnlichen harten Steinen, teils von gebranntem Ton. Es kommen sogar Muscheln oder einfache Kieselsteine mit einem Loch vor. Offenbar waren dies Zierstücke, die als Talismane getragen wurden, einzelne Damenbesitz, wie aus den Inschriften hervorgeht. Ohne Zweifel haben hier die Zeugen einer baulichen Feierlichkeit, eine gemischte Volksmenge, auf eine bestimmte Weiheformel der Priester hin diese mit wenig Kunst bearbeiteten Schmuckstücke von der Halsschnur abgelöst und sie einmütig und gleichzeitig in den feinen Sand geworfen, auf welchem am nächsten Tage die Alabasterplatten der Türschwellen verlegt werden sollten.

Sehr ausführlich und erheblich kräftiger als die Schlußgebete der Chaldäerkönige sind zuweilen die Formeln, mit welchen die assyrischen Herrscher ihre Stiftungsurkunden schließen. Auf dem Prisma, welches Tiglath-pilesar I. (um 1100 v. Chr.) in den Grund des großen Tempels von Kalah Schergath, dem alten Assur, südlich von Niniveh am rechten Ufer des Tigris, niedergelegt hat, heißt der Schluß:

„Wenn der Tempel der großen Götter Anu und Raman, meiner Herren, und jene Türme vor Alter verfallen, möge der spätere Herrscher das Schadhafte erneuern, meine Gedenktafel und Bauurkunde mit Öl reinigen, ein Opfer bringen, sie an ihren Ort zurückstellen und seinen Namen neben meinen Namen schreiben. Dann sollen ihn, wie mich, die großen Götter Anu und Raman in Wohlbefinden und Sieghaftigkeit geleiten. Wer aber meine Gedenktafel und Bauurkunde zerbricht und wegwirft, ins Wasser versenkt, im Feuer verbrennt, mit Erde bedeckt, sie heimlich zerschlägt, sie am Boden liegen läßt, den Namenszug auslöscht und seinen Namen dafür hinschreibt, oder irgend etwas Böses ersinnt und es an meiner Gedenktafel ausläßt, auf den sollen die großen Götter Anu und Raman, meine Herren, zornig blicken, ihn mit Krankheitsfluch belegen, sein Königtum stürzen, den Grund seines Thrones wegreißen, den Sproß seiner Herrschaft vernichten, seine Waffen zerbrechen, seine

Truppen niederwerfen, ihn selbst seinen Feinden als Gefangenen ausliefern. Raman soll auf sein Land mit Unheilsblitzen niederfahren, über sein Reich Mangel, Not, Hunger und Sterben bringen, ihn selbst nicht einen Tag leben lassen, seinen Namen und Abstamm im Lande austilgen."

Die dichterische Verwendung des Grundsteingedankens bei den Israeliten.

Die Geschichte des Volkes Israel bietet nur eine geringe Ausbeute für die Formen und das Formelwesen der Grundsteinlegung, eine desto bedeutendere für die dichterische und theologische Verwertung des Grundsteins.

Die von Ägypten her in Kanaan einwandernden Israeliten standen nicht an, die dort vorgefundenen Heiligtümer weiter zu verehren. Nur legte eine spätere Nachkommenschaft Wert darauf, jene alten Stätten der Andacht, die Malsteine, Bäume, Brunnen, als von Jahwe selbst seinen Lieblingen, den Erzvätern bezeichnet hinzustellen, nicht ohne daß damit eine jenen Volkshelden gewordene und nunmehr in Erfüllung gegangene Verheißung auf den Besitz des Landes verbunden worden wäre. So wird die Stiftung des Höhenhauses Bet El bei Lus, eines der beiden Hauptheiligtümer des nördlichen Reiches Israel, wo Jahwe in Gestalt eines goldenen Stieres verehrt wurde, und das durch Traumorakel berühmt war, auf den Erzvater Jakob zurückgeführt. Als dieser auf die Brautschau nach Mesopotamien zog und an jener Stelle auf der Höhe über dem Jordan die Nacht zubrachte, einen Stein zu seinem Kopflager wählend, sah er im Traum eine Leiter, die von der Erde bis zum Himmel reichte, und die Engel daran auf und nieder steigen. Und an der Spitze stand der Ewige und verhieß ihm seine Hilfe, den Besitz des Landes und ungemessene Nachkommenschaft. Als nun Jakob erwachte, sprach er: „Wie furchtbar ist dieser Ort; dieser ist nichts anderes denn ein Gotteshaus, und hier ist des Himmels Pforte." Und er richtete den Stein seines Kopflagers auf zu einem Mal, goß Öl auf seine Spitze und nannte die Stätte „Bet El", Haus Gottes. Dem Malstein fügte er nach seiner Rückkehr einen Opferaltar hinzu, zum Beginn des Höhendienstes, zu welchem die Nachkommen, dem Gelübde des Erzvaters entsprechend, den Zehnten fort entrichteten.

Wenn auch nicht von einem der Erzväter, so doch von dem beliebtesten Volkskönig David, wurde die Stiftung der Gottesverehrung zu Jerusalem, der Hauptstadt des südlichen Reiches Juda, hergeleitet. Als David den Gipfel seiner Macht durch Vereinigung des ganzen Volkes erreicht hatte und die neu eroberte Stadt der Jebusiter zu seiner Residenz wählte, plante er daselbst den Bau eines gemeinsamen Heiligtums für die gesamten Stämme, das zugleich seiner weltlichen Gewalt den Glanz geistlicher Weihe verleihen sollte. Wegen mannigfacher kriegerischer Verwicklungen verblieb es jedoch zunächst bei der Errichtung eines Brandopferaltars. Als unmittelbarer Anlaß hierzu wird der vom Ewigen gemißbilligte Entschluß des Königs hingestellt, sein Volk, namentlich die waffenfähige Mannschaft, zählen zu lassen; nur Gott kommt es zu, die Zahl der Menschen zu wissen. Die Strafe war eine dreitägige Pest. Nachdem die Seuche rings im Lande gewütet, sah David den Engel des Unheils seine Hand auch gegen Jerusalem recken. Der Engel stand aber auf der Berghöhe an der Dreschtenne des Jebusiters Arawnah. Auf des Königs Flehen ward ihm die Weisung, er solle an jener Stelle einen Altar errichten. David kaufte den Platz, baute den Altar und brachte Ganzopfer und Mahlopfer dar. Da ließ der Ewige sich erbitten, und das Sterben hörte auf.

Westlich vom Brandopferaltar, mit dem Eingang nach Osten gerichtet, ward der gelobte Tempel von Salomon, Davids Sohne, im vierten Jahre seiner Herrschaft im Monat Siw (Mai) gegründet (um 1000 v. Chr.) und in sieben Jahren vollendet. In dem würfelförmigen Allerheiligsten stand unter den Flügeln goldglänzender Cherubim die heilige Lade, welche zwei Steintafeln mit geheimnisvoller Aufschrift enthielt, auf einem Werkstück, das nach späterem Bericht zugleich den Schlußstein oder Deckstein einer Krypta bildete.

Gleich nach Salomos Tode trennte sich der größere nördliche Teil des Reiches wieder von dem kleineren südlichen. Zu schwach, um unter mächtigen Nachbarn sich mit Erfolg zu behaupten, schwankten die beiden Brudervölker hin und her zwischen Freundschaft und Widerstand für und gegen die nächsten Nachbarn, wie auch die entfernteren, aber gefährlicheren Ägypter und Assyrier. Und während Israel sich ganz dem alten Höhendienst hingab, ward in Juda die Verehrung Jahwes bald durch Nebendienst fremder Götter verstört, bald zu frommer Reinheit geklärt. In solcher Zeit politischen und religiösen Schwankens mahnte unter dem Könige von Juda, Achas (nach 742 v. Chr.), der Prophet Jesaias (Jes. 8 V. 13 bis 15): „Den Ewigen der Heerscharen, ihn haltet heilig, er sei eure Furcht, und er, der euch Schrecken macht. Und er wird zum Heiligtum sein und zum Steine des Anstoßes und zum Felsen des Strauchelns für die zwei Häuser Jisraëls, zur Falle und Schlinge für die Bewohner Jeruschalajims. Und viele werden darüber straucheln und fallen, und sich zerschmettern, und umgarnt werden und gefangen."

Als Assyrien übermächtig wurde, und bereits die Einwohner des Nordreiches durch Sargon II. nach Medien und Assyrien abgeführt waren, warnt derselbe Prophet Jesaias die Judäer vor dem gefährlichen Bündnis mit Ägypten und mahnt, die eigene Selbständigkeit und Widerstandskraft zu stärken: „Ihr sprechet: Wir haben einen Bund geschlossen mit dem Tode, und mit der Hölle einen Vertrag gemacht. Die daherstürzende Flut (Assur), wenn sie hereinbricht, wird nicht an uns kommen, weil wir den Trug zu unserer Zuflucht gemacht und in der Lüge uns geborgen haben. Darum spricht Gott, der Herr, also: Siehe ich lege in Zijon einen Grundstein, einen bewährten Stein, einen kostbaren Eckstein, wohl gegründet. Wer Stand hält, der bange nicht. Und ich mache das Recht zur Richtschnur und die Gerechtigkeit zur Wage." (Jesaias 28 V. 15 bis 17.) Der Eckstein dieses Gleichnisses, wenn auch durch Richtschnur und Wage als der wohl ausgerichtete Grundstein eines starken staatlichen Gemeinwesens gekennzeichnet, ist hier als Wogenbrecher gedacht, während ihn das vorige Gleichnis als Prellstein hinstellt.

Das Schicksal des jüdischen Reiches ließ sich nicht aufhalten. Durch die Auffindung des Gesetzbuches im Tempel unter Josia, 622 v. Chr., ward zwar eine durchgreifende geistliche Reformation veranlaßt, und eine völlige Abstellung der Götzen- und Höhendienste in Juda und Samaria vor-

genommen. Das weltliche Staatswesen aber litt durch wechselweise Stöße von Ägypten und Babylonien her. Im Jahre 597 v. Chr. belagerte und eroberte Nebukadnezar (Nabukudur-usur) zum ersten Male Jerusalem und führte den König Jehojachin und zehntausend der angesehensten Einwohner samt den Kriegern nach Chaldäa. Nach einer abermaligen Belagerung ward die abtrünnig gewordene Stadt im Jahre 586 v. Chr. nochmals erobert, der König Zidkia grausam bestraft, der Hohepriester Seraja hingerichtet; die Bewohner der Stadt mit Ausnahme der Ärmsten wurden nach Babylon weggeführt. Den Tempel riß der Feind nieder und nahm das Tempelgerät und alles Metall als Beute fort.

Aber auch für die Chaldäer schlug die Stunde des Schicksals. Ihrem Reiche machte hinwiederum Koresch (Cyrus), König von Persien, ein Ende. Mit Jubel begrüßten ihn die Vertriebenen, um so mehr als er 536 v. Chr. den Juden die Freiheit zur Rückkehr in ihr Vaterland und zum Wiederaufbau des Tempels gab. Damals fachte der zweite Jesaias die glimmende Hoffnung an: „Du Elende, über die alle Wetter gegangen sind, du Trostlose! Siehe, ich will deine Steine wie einen Schmuck legen und will deinen Grund mit Sapphiren legen.“ (Jes. 54 V. 11.) Ein Bild erhofften Überflusses, welches nichts Auffallendes hat, wenn man sich der in den Grund gelegten Edelsteine der Ägypter erinnert.

Unter der Oberaufsicht des persischen Satrapen Schechbazzar führten der Fürst Serubabel, ein Nachkomme Jehojachins, aus Davids Stamme, und der Hohepriester Jeschua, ein Nachkomme Serajas, einen Zug von mehr als zweiundvierzigtausend Personen der Stämme Juda und Benjamin in die Heimat zurück. Auch die geraubten Tempelgeräte durften sie mitnehmen. Die Wiedereinrichtung des Gottesdienstes begann mit der Aufstellung des Brandopferaltars am ersten Tage des siebenten Monats (Oktober) zur Zeit des priesterlichen Neujahrs, so daß man alsbald die zahlreichen täglichen, festlichen und außerordentlichen Opfer veranstalten konnte. Es heißt dann weiter bei Esra: „Und sie gaben Geld den Steinhauern und den Zimmerleuten, und Speise und Trank und Öl den Zidonim und den Zorim (den Leuten von Sidon und Tyrus), daß sie bringen Zedernbäume vom Lebanon zum Meere von Jafo, gemäß der Vollmacht Koresch, des Königs von Paras, an sie. Und im zweiten Jahre ihrer Ankunft zum Gotteshause in Jeruchalajim, im zweiten Monate, begannen Serubabel, Sohn Schealtiels, und Jeschua, Sohn Jozadaks, und ihre übrigen Brüder, die Priester, und die Lewiim (Tempeldiener) und alle, die aus der Gefangenschaft nach Jeruschalajim gekommen, anzustellen die Lewiim vom zwanzigsten Jahre und darüber, daß sie vorstehen dem Werk am Hause des Ewigen. Und als die Bauleute gründeten den Tempel des Ewigen, da stellten sich auf in ihrer Kleidung die Priester mit Trompeten und die Lewiim, die Söhne Assafs, mit Zimbeln, zu preisen den Ewigen in der Weise Davids, Königs von Jisraël. Und sie stimmten an den Lobgesang und Danklieder dem Ewigen: daß er gütig ist, denn ewiglich währt seine Huld über Jisraël. Und das ganze Volk erhob ein großes Freudengeschrei bei dem Lobgesang für den Ewigen über die Gründung des Hauses des Ewigen. Viele aber von den Priestern und den Lewiim und den Stammeshäuptern, den Greisen, welche gesehen hatten das erste Haus — da dieses Haus vor ihren Augen gegründet ward, weinten mit lauter Stimme, während viele im Jauchzen der Freude die Stimme erhoben. Und nicht erkannte das Volk die Stimme des Jauchzens der Freude vor der Stimme des Weinens des Volkes; denn das Volk erhob ein großes Freudengeschrei und das Geschrei wurde gehört bis in die Ferne.“

Es ist gewiß nicht anzunehmen, daß eine der Litaneien mit dem wiederkehrenden Versschlusse: „Seine Barmherzigkeit währet ewiglich“, welche uns in den Psalmen überliefert sind, wörtlich bei der geschilderten Feierlichkeit zur Anwendung gekommen sei. Jedoch paßt, wie eigens für diese Gelegenheit gedichtet, der 118. Psalm, welcher beginnt mit dem Dank an Gott, daß er das Volk in schwerer Bedrängnis erhört und getröstet; der ferner das Vertrauen ausdrückt, daß die jetzt noch mächtigen Widersacher unschädlich gemacht werden, daß endlich völliges Gelingen das Ziel sein werde. Es folgen dann die bedeutungsvollen Verse:

„Der Stein, den die Bauleute verworfen, ist zum Eckstein geworden.
Das ist vom Herrn geschehen und ist ein Wunder vor unsern Augen.
Dies ist der Tag, den der Herr macht, laßt uns freuen und fröhlich darinnen sein.
O Herr, hilf! o Herr, laß wohl gelingen!
Gelobt sei, der da kommt im Namen des Herrn!
Wir segnen euch, die ihr vom Hause des Herrn seid! —
Danket dem Herrn, denn er ist freundlich und seine Güte währet ewiglich.“

Diese von Esra berichtete Grundsteinlegung des zweiten Tempels hatte leider keinen nennenswerten Erfolg. Die während der Gefangenschaft zurückgebliebenen Volksgenossen verlangen zuerst am Bau teilnehmen zu dürfen. Als dies abgeschlagen wird, bewirken sie durch Drohungen, daß die Hände der Heimgekehrten laß werden. Auch bestellen sie sich Sachverwalter am persischen Hofe, welchen es gelingt, zunächst das Vorhaben der Juden zu vereiteln. Aus dem Bericht des Propheten Haggai vom ersten Tage des sechsten Monats im zweiten Jahre des Darius, etwa Mitte August 520 v. Chr., geht hervor, daß damals der Bauplatz noch völlig wüst lag. Das Volk war in Not; anhaltende Dürre hatte Mißernten und Entmutigung verursacht. Der Prophet predigt, die Dürre sei die Strafe Gottes dafür, daß man eher an die eigenen Häuser gedacht habe, als an das Haus des Herrn. Es benutzt ein Neumondsfest, zu welchem die Gemeinde versammelt ist, um die Gewissen zu schärfen. Die Gemeinde läßt sich überzeugen und entschließt sich, den Bau wieder zu beginnen. „Und der Ewige erweckte den Geist Serubabels und den Geist Jeschuas des Hohenpriesters und des ganzen übrigen Volkes, und sie kamen und verrichteten Arbeit am Hause des Ewigen der Heerscharen, ihres Gottes.“ Diese Arbeit bestand zunächst in Aufräumung des Bauplatzes. Am Laubhüttenfest am 21. Tage des siebenten Monats Tebet, Anfang Oktober, erging eine neue Offenbarung durch Haggai, welcher die Gemeinde über den bescheidenen Anfang des in Angriff genommenen Werkes durch die Verkündigung tröstet, daß der Anbruch der messianischen Zeit nahe bevorstehe, und die Herrlichkeit des neuen Tempels viel größer sein werde, als die des alten je gewesen sei.

Am 24. Tage des neunten Monats, Kislev, Dezember 520, erfolgte die zweite Grundsteinlegung des neuen Tempels. Von diesem Tage an, verheißt der Prophet, werde eine Wendung im Schicksal der Gemeinde eintreten. Während sie früher, bevor man Stein auf Stein legte am Tempel,

unter Dürre und Mißwachs litten, werde Gott sie künftighin segnen. „Richtet doch euren Sinn von diesem Tage an und weiter, von dem vierundzwanzigsten Tage im neunten Monat. Von dem Tage an, da gegründet ward der Tempel des Ewigen richtet Euren Sinn. Von diesem Tage an will ich segnen, ist der Spruch des Ewigen."

Hierzu stimmt, was wir bei Haggais Zeitgenossen Zacharia lesen. Der Bau ist eben erst begonnen, als dieser Prophet weissagt, daß Serubabel ihn glücklich vollenden werde. Gerade zwei Monate nach dem Tage der Grundsteinlegung verkündet er: „Ich kehre heim nach Jeruschalajim in Liebe. Mein Haus wird darin aufgebaut, ist der Spruch des Ewigen der Heerscharen, und die Schnur wird über Jeruschalajim gespannt. (Zach. 1 V. 16.) — Siehe, auf dem einigen Stein, den ich vor Jeschua gelegt habe, sollen sieben Augen sein. Ich selbst grabe hinein das Zeichen, ist der Spruch des Ewigen der Heerscharen. Und ich lasse weichen die Schuld desselbigen Landes an Einem Tage. Am selbigen Tage, ist der Spruch des Ewigen der Heerscharen, werdet ihr einladen, Einer den Andern, unter den Weinstock und unter den Feigenbaum. (Zach. 3 V. 9.) — Wer du auch seiest, du großer Berg, vor Serubabel wirst du zur Ebene. Und er wird hinaufziehen den Giebelstein unter dem Jauchzen der ihm Heil Wünschenden. (Zach. 4 V. 8.) — Die Hände Serubabels haben dieses Haus gegründet; seine Hände sollen es auch vollenden. — Denn wer auch gering achtete den Tag (der Grundsteinlegung als einen Tag) unbedeutender Tat: sie freuen sich, wenn sie stehen am Lot in Serubabels Hand, mit den sieben, welche die Augen des Herrn sind, die da ziehen über die ganze Erde. (Zach. 4 V. 10.)"

Bemerkenswert ist die Erwähnung bedeutsamer Zeichen auf dem Grundstein und dem Handwerksgerät, der sieben Augen des Herrn, welche über die Erde ziehen, offenbar der Planeten. Vermutlich lagen hier östliche Vorbilder zugrunde. Auf der im Berliner Museum aufbewahrten Gedenksäule des Assar-haddon (um 670 v. Chr.) ist zu Häupten des Königs neben andern anscheinend auf die Planetengötter bezüglichen Zeichen eine sehr deutliche Gruppe von sieben Halbkugeln erkennbar, deren sechs paarweise geordnet sind, während die siebente einzeln dasteht. Eine ganz ähnliche Darstellung findet sich auf dem ehernen Bilde einer Leichenfeier, welches, gleichfalls assyrischen Stils, aus Palmyra stammt. Das „Auge" im Dreieck ist ja auch neuerdings ein beliebtes Zeichen für den dreieinigen Gott.

Der Tempel Serubabels ward danach ohne besondere Störung mit Genehmigung des Darius in etwas mehr als drei Jahren vollendet und unter Darbringung reichlicher Opfer eingeweiht. Der Sockelstein der verlorenen Bundeslade war nach rabbinischen Nachrichten, drei Finger hoch über dem Boden hervorragend, noch an Ort und Stelle. Von der Lade selbst fabelte man, daß sie vom Könige Josia in der Krypta verborgen worden sei, von wo sie dereinst, wenn der Messias erscheine, wieder zutage kommen würde.

Schon die alten hebräischen Dichter preisen Gott als den Gründer der Erde. So lesen wir im Buche Hiob Kap. 38 V. 4 bis 7:

„Wo warst du, da ich die Erde gründete? Sag' an, wenn du des kundig bist.
Wer hat das Maß an sie gesetzt, so du es weißt? Oder wer hat über sie die Schnur gezogen?
Worauf sind ihre Füße versenkt? Oder wer hat ihren Eckstein gelegt
Unter dem einstimmigen Jubel der Morgensterne und dem Jauchzen aller Söhne Gottes?"

Und in den Sprüchen Salomos Kap. 3 V. 19 heißt es: „Der Herr hat durch Weisheit die Erde gegründet und durch Verstand die Himmel bereitet." Hieran knüpften die Rabbinen an. Unter dem Allerheiligsten, so behaupteten sie, befinde sich der Stein, welcher die Wasser der Unterwelt abschließe, und von dem aus Gott einst die Erde, nach allen vier Seiten sie ausbreitend, gegründet habe. Sowohl der Tragestein der Bundeslade, wie alle sonstigen berühmten Steine der biblischen Überlieferung werden von ihnen in widerspruchsvollen Gedankengespinsten mit jenem Grundstein der Erde vereinigt. Die Vorstellung des Heiligtums über dem Abgrunde der Unterwelt klingt auch in dem Worte des Evangeliums Matth. 16 V. 18 durch: „Du bist Petrus, und auf diesen Felsen will ich bauen meine Gemeinde, und die Pforten der Hölle sollen sie nicht überwältigen." Dem Dante noch ist der heilige Berg in Jerusalem der Mittelpunkt der bewohnten Erde, welcher genau über dem tiefsten Grunde des Höllentrichters steht.

Die Reden des Propheten von dem Stein des Anstoßes und dem köstlichen Eckstein, das Psalmwort von dem Stein, den die Bauleute verwarfen, ferner das Traumbild aus Daniel 2 V. 34 von dem stürzenden Stein, welcher dem metallenen Riesen die tönernen Füße zermalmt, — alle diese Stellen deutete Christus auf sich selbst, und seine Nachfolger wendeten sie mit Vorliebe auf ihn als den Erlöser der Heiden an. So Matth. 21 V. 42 u. f.: „Jesus sprach zu ihnen, den Hohenpriestern und den Ältesten im Volk: Habt ihr nie gelesen in der Schrift: Der Stein, den die Bauleute verworfen haben, der ist zum Eckstein geworden; von dem Herrn ist das geschehen, und es ist wunderbarlich vor unsern Augen? Darum sage ich euch: Das Reich Gottes wird von euch genommen und den Heiden gegeben werden, die seine Früchte bringen. Und wer auf diesen Stein fällt, der wird zerschellen; auf welchen er aber fällt, den wird er zermalmen." Ähnlich Markus 12 V. 10—11, Lukas 20 V. 17—18, Apostelgesch. 4 V. 11, Römerbrief 9 V. 32—33, Paulus an die Epheser 2 V. 19. Und in noch eingehenderer Ausführung die erste an die kleinasiatischen Gemeinden gerichtete Epistel Petri 2 V. 3 u. f.: „Der Herr ist freundlich, zu welchem ihr gekommen seid, als zu dem lebendigen Stein, der von den Menschen verworfen, aber bei Gott ist er auserwählt und köstlich. Und auch ihr, als die lebendigen Steine, bauet euch zum geistlichen Hause. — Darum stehet in der Schrift: Siehe da, ich lege einen auserwählten köstlichen Eckstein in Zion; und wer an ihn glaubt, der soll nicht zuschanden werden. Euch nun, die ihr glaubt, ist er köstlich. Den Ungläubigen aber ist er der Stein, den die Bauleute verworfen haben, und der zum Eckstein geworden ist, ein Stein des Anstoßes und ein Fels der Ärgernis; die sich stoßen an dem Wort und glauben nicht daran, darauf sie gesetzet sind." Der Apostel Paulus findet in der Ausmalung des beliebten Gleichnisses immer neue Einzelzüge. So 1. Korinther 3 V. 10 u. f., wo er ausführt, daß das Werk derer, welche auf dem Grunde, der da ist Jesus Christus, weiterbauen, sich im Feuer bewähren müsse. Und ferner an Timotheus 2 V. 19: „Der feste Grund Gottes bestehet

und hat dieses Siegel: Der Herr kennt die Seinen, und: Es trete ab von der Ungerechtigkeit, wer den Namen Christi nennet."

Nach der Stelle des Jesaias, wonach der Grund des neuen Jerusalems mit kostbaren Steinen gelegt werden soll, in Erinnerung an die mit eingeritzten Zeichen versehenen Edelsteine am Brustschilde Aarons, schildert Johannes in der Offenbarung 21 V. 14, 19, 20 die Grundmauern der himmlischen Stadt: „Die Mauer der Stadt hatte zwölf Gründe und in diesen die Namen der zwölf Apostel des Lammes. — Und die Gründe der Mauern und der Stadt waren geschmückt mit allerlei Edelsteinen. Der erste Grund war ein Jaspis, die andern ein Sapphir, ein Chalcedon, ein Smaragd, ein Sardonyx, ein Sardion, ein Chrysolith, ein Beryll, ein Topas, ein Chrysopras, ein Hyacinth, der zwölfte ein Amethyst."

(Fortsetzung folgt.)

Straßenbrücke über die Havel zwischen Spandau und dem Eiswerder.

Mitgeteilt von der Gesellschaft Harkort in Duisburg.

(Mit Abbildungen auf Blatt 12 bis 14 im Atlas.)

I. Einleitung.

Zu den verschiedenen in Spandau gelegenen militärischen Instituten, welche von der Heeresverwaltung betrieben und unterhalten werden, gehört das Feuerwerk-Laboratorium, welches im Jahre 1829 auf einer Insel der Havel, dem Eiswerder, errichtet wurde und jetzt rund 2000 Beamte und Arbeiter täglich beschäftigt. Da eine feste Verbindung zwischen dem Eiswerder und der Neustadt von Spandau auf dem rechten Havelufer bisher nicht bestand und nur eine



Abb. 1. Ansicht der Brücke von der Oberwasserseite.

vorhandene Fußgänger- und Eisenbahnbrücke nach dem linken Ufer zu dem Gebiet der Kgl. Pulverfabrik führte, so mußten fast sämtliche Beamte und Arbeiter des Feuerwerk-Laboratoriums, um von ihren Wohnungen nach den Arbeitsstätten oder von der Arbeitsstätte zur Wohnung zu gelangen, täglich viermal, nämlich morgens zum Arbeitsbeginn, dann vor und nach der Mittagszeit und schließlich abends nach Arbeitsschluß auf Dampfern über die Havel gesetzt werden. Außerdem kamen in der Zwischenzeit häufig Überfahrten vor, und auch nachts mußte aus Betriebsrücksichten beständig ein Dampfer zur Überfahrt bereit liegen. Die der Heeresverwaltung durch den Fährdienst und die Unterhaltung der Landungsanlagen, Dampfer und Boote entstehenden Unkosten wurden noch dadurch bedeutend vermehrt, daß den Arbeitern auch diejenige Zeit als Arbeitszeit angerechnet und bezahlt wurde, welche vom Beginn der Überfahrt nach dem Eiswerder bis zum Eintreffen an der Arbeitsstätte und vom Verlassen der letzteren bis zum Beginn der Rückfahrt verfloß.

Von den beteiligten Dienststellen sind daher schon seit Jahren der zuständigen Aufsichtsbehörde Vorschläge zur Erbauung einer festen Brücke über die Havel nach dem Eiswerder unterbreitet worden, deren Ausführung jedoch wegen der an der über 200 m breiten Fährstelle bestehenden ungünstigen Untergrundverhältnisse und der dadurch bedingten hohen Gründungskosten für die Pfeiler immer wieder verschoben wurde, bis durch den Etat der Heeresverwaltung für 1900 bei den einmaligen Ausgaben eine Summe für die Ausführung von Vorarbeiten zur Verfügung gestellt wurde. Nachdem von der Regierung in Potsdam die an den Brückenbau zu stellenden Forderungen bekannt gegeben und die im folgenden noch näher zu erläuternden Bodenuntersuchungen ausgeführt waren, wurde wie bei ähnlichen größeren Bauten der letzten Jahre ein engerer Wettbewerb zur Erlangung geeigneter Entwürfe ausgeschrieben und zwar zwischen den Firmen: Gutehoffnungshütte in Oberhausen, Gesellschaft Harkort in Duisburg und Philipp Holzmann u. Ko. in Frankfurt a. M.

Die Aufgabe, welche den Bewerbern gestellt war, geht am einfachsten aus den Bedingungen zum Wettbewerbe hervor, welche im Auszuge hier folgen:

1. An Zeichnungen sind einzureichen:
   a) Grundriß, Querschnitt und Gesamtansicht der Brücke im Maßstabe 1:250,
   b) Skizze des Systems im Maßstabe 1:100, Darstellung einiger Hauptquerschnitte im Maßstabe 1:10,
   c) Skizzen für die Aufstellungsrüstungen.
2. Dem Entwurf ist ein Erläuterungsbericht mit übersichtlicher statischer Berechnung der Bauteile und eine Beschreibung des Bauvorganges beizufügen.
3. Mit der Einreichung des Entwurfes ist gleichzeitig ein Gesamtpreis für die Ausführung der Brücke (ausschließlich der Herstellung der Rampen und des Brückenbelages) abzugeben.
4. Für die zur Ausarbeitung des Entwurfes aufgewendete Arbeit erhalten die Wettbewerber eine Entschädigung von je 1200 ℳ; die eingereichten Entwürfe werden Eigentum der Heeresbauverwaltung.

In technischer Beziehung enthielten die Wettbewerbsbedingungen noch folgende weitere Angaben:

Abb. 2. Querschnitt des Flußbettes.

Die Lage und Richtung der Brücke war gegeben durch Beifügung einer Zeichnung, welche sich im allgemeinen mit Text-Abb. 3 dieses Aufsatzes deckt.

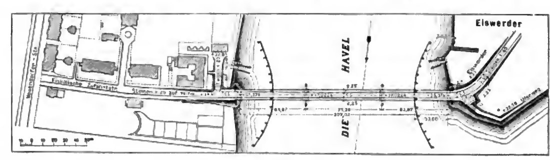


Abb. 3. Lageplan.

Zahl und Stellung der Pfeiler. Die Brücke sollte nur zwei Strompfeiler erhalten, welche parallel zu der aus dem Lageplan hervorgehenden Stromrichtung zu stellen waren. Für die mittlere Durchfahrtöffnung wurde als Mindestmaß eine lichte Weite von 60 m festgesetzt. Die Stellung der Landpfeiler war im Lageplan nur angedeutet, ihre endgültige Lage blieb den Bewerbern überlassen.

Höhenlage. Der eiserne Oberbau war so anzuordnen, daß in der Mittelöffnung auf die Länge von 60 m eine lichte Höhe von 4 m über dem Hochwasserspiegel (+ 32,14 N.N.) freiblieb. Der Hochwasserstand, sowie der Querschnitt des Flußbettes war durch eine weitere Zeichnung (in ergänzter Form wiedergegeben in Text-Abb. 2 dieses Aufsatzes) festgelegt. Danach mußte die Unterkante der Trägerkonstruktion auf 32,14 + 4,00 = 36,14 m N.N. liegen. Die Brückenbahn über den Seitenöffnungen war so anzuordnen, daß die Steigungen möglichst flach wurden und 1:40 nicht überschritten.

Breite der Brückenfahrbahn und der Fußwege. Die Fahrstraße sollte zwischen den Schrammkanten 5,5 m breit sein, die lichte Weite zwischen den Hauptträgern aber so bemessen werden, daß ein die Schrammkanten 0,5 m überragender Wagen keinen Teil der Hauptträger berühren könne. Die beiderseits anzulegenden Fußwege sollten eine lichte Breite von 1,25 m haben, und die Wandanordnung der Hauptträger war so zu wählen, daß an einzelnen Stellen der Querverkehr vom Fußwege zur Fahrbahn möglich war. Die Höhe der Durchfahrt über der Fahrbahnoberkante sollte in der Mitte mindestens 4,5 m betragen.

Hauptträger der Brücke. Der allgemeine Entwurf und die später noch genau auszuarbeitenden Einzelheiten sollten in jeder Beziehung wissenschaftlich begründet und in ihrer technischen Ausführbarkeit hinreichend klargestellt sein. Die Wahl des Systems für die Hauptträger war den Wettbewerbern freigestellt, jedoch war der landschaftlichen Umgebung der Brückenstelle Rechnung zu tragen. Die gewählte Konstruktion sollte eine leichte Anbringung der Rohre für die Gas- und Wasserleitung ermöglichen.

Brückenbelag. Für die Fahrbahn der Brücke war Holzklotzpflaster auf Beton über Blech- oder Zoreseisenbelag vorgeschrieben, während die Fußwege Bohlenbelag erhalten

sollten.*) Die Herstellung der Holzpflasterung, des Fußwegbelages, der Rampen und sonstigen Nebenanlagen war in dem einzusendenden Kostenanschlage nicht zu berücksichtigen.

Baugrund und Gründung der Brücke. Die Beschaffenheit des Baugrundes war in der schon erwähnten Zeichnung (Text-Abb. 2) gekennzeichnet. Den Wettbewerbern blieb es überlassen, die Untersuchungen des Baugrundes weiter auszudehnen. Die Gründung der Brücke war rechnerisch nachzuweisen und zu erläutern. Die Brückenpfeiler sollten an ihren Köpfen Granitbekleidung erhalten und waren im übrigen aus Hartbrandsteinen herzustellen und mit Hartbrandverblendsteinen zu verkleiden.

Belastungen und zulässige Beanspruchungen. Es waren der Rechnung zugrunde zu legen:

a) für die Fahrbahnkonstruktion außer dem nachzuweisenden Eigengewicht ein schwerer vierrädriger Wagen mit 5000 kg Raddruck, 1,5 m Spurweite, 4,0 m Achsentfernung, 2,5 × 5,0 m Ladungsfläche; daneben noch Belastung durch Menschen und zwar 500 kg/qm,

b) für die Fußwegkonstruktion eine Verkehrslast von 500 kg/qm,

c) für die Hauptträger 400 kg/qm,

d) für die Verbände ein Winddruck von 150 kg/qm auf die wirkliche Fläche der Träger und Fahrbahn, sowie auf ein 2,5 m hohes Verkehrsband über der Fahrbahn in seiner jeweils ungünstigsten Länge und Stellung. Die Windfläche des dem Winde abgekehrten Hauptträgers war mit der Hälfte ihrer wahren Größe zu berücksichtigen.

Die Beanspruchungen sollten betragen: Für die Fahrbahn- und Fußwegteile 650 kg/qcm, für die Hauptträger ohne Rücksicht auf Winddruck 1000 kg, mit Rücksicht auf Winddruck 1250 kg/qcm.

Beschaffenheit des Brückenmaterials. Für die Lieferung der Eisenteile galten die vom Verbande deutscher Architekten und Ingenieure, dem Vereine deutscher Ingenieure und dem Vereine deutscher Eisenhüttenleute aufgestellten bekannten Normalbedingungen vom Jahre 1900.

Bauausführung. Der Betrieb der Schiffahrt und Flößerei durfte durch die Aufstellungsgerüste für den Unter- und Überbau der Brücke nicht gestört werden. Zur sicheren und ungehinderten Durchfahrt von Schiffen, Schleppzügen und Flößen an der Brückenbaustelle waren besondere Einrichtungen, wie Leitpfähle, Verschalungen usw. vorzusehen. Im besonderen verlangte die Wasserbauverwaltung, daß in den Gerüstbauten zwei Durchlässe von 9,5 m lichter Breite und 4 m lichter Höhe über + 31,60 m N.N. offen gelassen würden.

Bauzeit. Für die fertige Herstellung des Bauwerkes — ohne Rampen und Belag — war eine Bauzeit von höchstens zwei Jahren anzunehmen.

Auf Grund der vorstehenden Bedingungen wurden von den drei am 10. September 1900 aufgeforderten Firmen die Brückenentwürfe rechtzeitig am 12. Oktober 1900 eingereicht. Nach eingehender Prüfung derselben seitens der Baubehörde, welche Herrn Baurat Cramer in Berlin zur Abgabe eines Gutachtens hinzugezogen hatte, wurde als für die Ausführung am geeignetsten der Entwurf der Gesellschaft Harkort in Duisburg angenommen und diesem Werke später in Gemeinschaft mit der Baufirma R. Schneider in Berlin auch übertragen. Mit letzterer Firma hatte sich die Gesellschaft Harkort zur Bearbeitung des Entwurfes und zu dessen etwaiger Ausführung von vornherein verbunden. Es kann gleich vorausgeschickt werden, daß der Harkortsche Entwurf an sich durch die Nachprüfung nur ganz geringfügige Änderungen erfahren hat, die in der Hauptsache auf eine kleine Verschiebung der Brückenachse und die als möglich sich herausstellende Verkürzung des ganzen Bauwerkes um 4 m zurückzuführen waren. Während der Entwurf der Firma Harkort zwischen den Endlagern des Bauwerkes eine Länge von 211,2 m aufwies, konnte man sich für die Ausführung mit einer Länge von nur 207,02 m begnügen. Es war dies zum Teil mit die Folge des von der Gesellschaft Harkort gewählten Hauptträgersystems, welches eine nur sehr geringe Breite der Strompfeiler erheischte und eine verhältnismäßig geringe Länge des Gesamtbauwerkes mit sich brachte. Im übrigen besagt das Cramersche Gutachten über den Wettbewerb, „daß von den eingegangenen drei Entwürfen der von Harkort und Schneider der Kosten halber und auch sonst als der geeignetste erscheine. Die Besonderheiten gerade dieses Entwurfes gestatten zum Teil namhafte Ersparnisse, welche neben einigen anderen Punkten bei der Ausarbeitung eines ohnehin für die Ausführung erforderlichen endgültigen Entwurfs Berücksichtigung verdienten.“ Die sonst noch während der endgültigen Entwurfsbearbeitung getroffenen geringfügigen Änderungen können hier übergangen werden; es wird genügen, wenn im nachfolgenden das Bauwerk in demjenigen Zustande geschildert wird, in welchem es schließlich zur Ausführung kam.

II. Bodenuntersuchungen, Absteckungen und Gründungstiefen.

Die Bodenuntersuchungen waren von seiten der Baubehörde ausgeführt worden und zwar durch Niedertreiben von 15 Stück Bohrlöchern etwa an den Orten der zukünftigen Widerlager und Pfeiler. Die schon erwähnte spätere Verlegung der Brückenachse war so geringfügiger Art, daß die ersten Bohrungen auch noch als maßgebend für die spätere Ausführung angesehen werden konnten. Seitens der Bauunternehmer wurden weitere Bohrungen, wie in den Wettbewerbsbedingungen anheimgestellt, zunächst nicht für nötig gehalten, weil die Bodenbeschaffenheit an der Baustelle von anderen Bauten her im allgemeinen bekannt war, und weil die von vornherein als allein möglich in Aussicht zu nehmende Gründungsart mittels Preßluft es jederzeit gestattete, weitere Prüfungen des Baugrundes vorzunehmen. Der Untergrund auf dem rechten (Spandauer) Ufer war von den früheren Bollwerkbauten her bekannt; es waren sonach nur noch die Stellen für die beiden Strompfeiler und das linke Widerlager zu untersuchen. Ein Blick auf Text-Abb. 2 zeigt, daß man es im vorliegenden Falle mit einem guten Baugrunde nicht zu tun hatte. Der Querschnitt des Flusses zeigt an der Baustelle eine muldenförmige Sandschichtung, welche durch eine von der Mitte nach den Ufern hin an Dicke abnehmende Moorschicht überlagert ist. Die Bohrlöcher auf der Eiswerder

*) Bei der späteren Ausführung wurden die Fußwege aus Kunstgranitfliesen der Stettiner Zementfabrik „Komet“ über Beton auf Zoreseisenbelag hergestellt.

Seite durchdringen in den oberen Schichten Sand mit Muscheln, darunter scharfen Sand mit Steinen, also guten Baugrund. Die Löcher an den Stellen der Strompfeiler zeigen oben eine mächtige 10 bis 11 m dicke Schicht aus Schlamm und moorigem Boden, die nach unten in tonige Erde, feinen Sand und schließlich in groben Sand mit Steinen übergeht. Die tragfähige Schicht liegt hier also sehr tief, so daß eine andere Gründung als die mittels Luftdruckes ausgeschlossen war. Die Messungen und Absteckungen der Pfeiler konnten im vorliegenden Falle höchst einfach und mit großer Sicherheit vorgenommen werden, indem der Winter 1900/1901 Gelegenheit bot, über das Eis der Havel hinweg zu messen und Festpunkte auf den beiden Flußufern zu bestimmen. Von diesen Festpunkten aus war es leicht, die Strompfeiler in bekannter Weise durch eine gespannte Kupferschnur abzustecken.

Die Gründungstiefen der einzelnen Pfeiler wurden nun wie folgt festgesetzt:

Die beiden Widerlager wurden auf + 28,31 N.N. in der Sandschicht abgesetzt und zwar genau in der Tiefe, welche im Entwurfe von vornherein angenommen war. Der Strompfeiler auf der rechten (Spandauer) Seite sollte nach dem Entwurf auf + 12,00 N.N. abgesetzt werden. Als jedoch die Schneide des Senkkastens diese Tiefe erreichte, zeigte die angetroffene Sandschicht nicht die gewünschte Gleichmäßigkeit. Man entschloß sich deshalb, den Senkkasten noch 2 m tiefer zu versenken und ihn auf + 10,00 N.N. abzusetzen, wo eine durchaus gleichmäßige Beschaffenheit des Grundes tatsächlich angetroffen wurde. Der linke Strompfeiler hingegen konnte entwurfsgemäß auf + 12,00 N.N. abgesetzt werden, weil die Beschaffenheit des dort angetroffenen Sandgrundes zu einer Tiefersenkung keinen Anlaß gab.

III. Die Pfeilerbauten.

Für die Pfeilerbauten war in bezug auf Entwurf und Ausführung von der Gesellschaft Harkort mit der Firma R. Schneider von vornherein folgende Arbeitsteilung vereinbart worden: Die Luftdruckgründung der beiden Strompfeiler gehörte zu den ausschließlichen Aufgaben der Gesellschaft Harkort, die Herstellung der Widerlager und deren Anschluß an die bestehenden Uferbefestigungen, sowie der Aufbau der Pfeilerschäfte zu den ausschließlichen Aufgaben der Firma Schneider. Letztere hatte ferner die unter Luftdruck zu verarbeitenden Mauermaterialien der Gesellschaft Harkort gebrauchsfertig auf das Versenkungsgerüst zu liefern und die Ausfüllung des Fundamentmantels mit Beton während der Absenkung zu besorgen. Dank den Erfahrungen, welche die genannten Firmen bei einer Ausführung ähnlicher Art, und zwar beim Bau der Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Worms gesammelt hatten (s. Zeitschr. d. V. D. Ing. Nr. 48 vom 1. Dezember 1900), griffen auch hier die so geregelten Arbeiten auf das beste ineinander.

a) Die beiden Widerlager. (Abb. 2 und 3 Bl. 13.) Infolge der günstigen Bodenverhältnisse konnten die Gründungsarbeiten in einfacher Weise ausgeführt werden. Schon 1.5 m unter Mittelwasser, also auf + 29,81, war guter Baugrund vorhanden. Eine Unterspülung der Fundamente war ausgeschlossen, und die Fundamentsohlen der Pfeiler, sowie der anschließenden Flügelmauern konnten auf + 28,31, d. h. 3 m unter Mittelwasser, angelegt werden. Nachdem die Baugruben durch Einrammen von 5,25 m langen, 0,12 m starken hölzernen Spundwänden umschlossen waren, wurde der Boden zunächst unter Wasserhaltung, später mittels Vertikalbaggers ausgehoben. — Das Fundament aus Kiesbeton im Mischungsverhältnis 1 Teil Zement, 3 Teile Sand und 5 Teile Kies wurde mittels Kasten unter Wasser eingebracht. Nach Erhärtung des Betons wurde die Baugrube ausgepumpt und der obere Pfeilerkörper aus Zementkiesbeton 1:3:6 mit einer Verblendung der sichtbaren Flächen aus roten Klinkern im Trocknen hergestellt. Die Ecken und das Gesims unter den Auflagerquadern sind in Basaltlava aus den Brüchen des Herrn Franz Xaver Michels in Andernach ausgeführt. Die Auflagersteine sind aus schlesischem Granit mit einer Untermauerung aus Klinkern in Zementmörtel 1:3 hergestellt.

Die Beanspruchung des Baugrundes beträgt nach der statischen Berechnung 2.5 kg/qcm.

b) Die Strompfeiler (Abb. 4 bis 6 Bl. 13). Die beiden Strompfeiler sind im allgemeinen gleich, nur ist der rechtsseitige im Fundament größer, weil er die festen Auflager der Brücke zu tragen hat. Die Gründungen ließen wegen der sehr ungünstigen Bodenverhältnisse von vornherein Schwierigkeiten erwarten, und diese wurden infolge eintretenden strengen Frostes bei der Ausführung des rechten (Spandauer) Pfeilers noch erhöht. Die Bohrergebnisse (Text-Abb. 2) ließen bis 15 m unter Mittelwasser Schlamm und moorigen Boden, von 15 bis 17 m unter Mittelwasser tonige Erde und erst von 17 bis 19 m unter Mittelwasser tragfähigen feinen Sand erwarten. Unter diesen Verhältnissen bot das Gründungsverfahren mittels Preßluft wohl die einzige Möglichkeit, mit Sicherheit und unter Aufwendung im voraus bestimmbarer Kosten das gewünschte Ziel zu erreichen. Immerhin waren auch bei dieser Gründungsart noch manche Schwierigkeiten zu überwinden. Diese bestanden hauptsächlich in der Herstellung der zum Ablassen der schweren Senkkästen nötigen Gerüste und in der Notwendigkeit, die Senkkästen fast bis zur endgültigen Gründungstiefe in den Schraubenspindeln halten zu müssen, denn der Moorboden konnte keine natürliche Führung und Stützung abgeben wie jeder andere bessere Untergrund.

Für die Pfeilergerüste (Abb. 7 und 8 Bl. 13) mußten durchweg Pfähle bis zur Länge von 22 m verwendet werden, und trotz dieser ungewöhnlichen Abmessungen griffen diese nur wenig tief in den Sandboden ein. Auch ließen sie sich nur in dem obersten über Mittelwasser liegenden Teile miteinander verstreben. Mit Rücksicht auf diese ungünstigen Verhältnisse war es notwendig, die Senkkasten und Fundamentmäntel möglichst leicht zu konstruieren. Auch mußte von vornherein darauf verzichtet werden, den Fundamentbeton stets über Wasser, also im Trockenen, auszuführen. Für letztere Bauweise wäre kein Gerüst stark genug zu machen gewesen. Alle diese Umstände und namentlich die unabweisbare Notwendigkeit, den Senkkasten bis in den Sandboden in den Spindeln und Ketten halten zu müssen, die am Ende der Versenkung gelöst und wiedergewonnen werden sollten, machten Anordnungen in der Ausbildung der Senkkasten und Fundamentmäntel, sowie in der Art der Aufhängung notwendig, die als neu zu betrachten sind.

Um zunächst das Gewicht zu vermindern, wurden die Senkkasten möglichst leicht konstruiert, vor allen Dingen aber die Fundamentmäntel nicht ganz aus Eisen, sondern aus einem eisernen Gerippe mit Holzverschalung hergestellt; man gewann dadurch nicht nur unmittelbar, sondern auch mittelbar, indem der Auftrieb des Holzwerkes dem Gewichte des Ganzen entgegenwirkte. Die Schwierigkeit, die Verbindungen zwischen den Hängeketten und dem Fundamentkörper zu lösen, wenn erstere wie gewöhnlich außerhalb des Fundamentkörpers liegen und unmittelbar am Senkkasten angreifen, wurde dadurch ganz beseitigt, daß die Spanten (Ständer) des Fundamentmantels selbst zu Teilen der Kettengestänge ausgebildet wurden, die im Bauwerk dauernd verblieben, und von denen sich die nach oben anschließenden eigentlichen Kettenglieder über Wasser leicht ablösen ließen. Der Senkkasten für den größeren rechten (Spandauer) Strompfeiler (Abb. 10 bis 12 Bl. 13) hat eine rechteckige, an den Ecken abgerundete, 80,8 qm große Grundform von 16 m Länge und 5 m Breite im Lichten. Seine Höhe von Unterkante Schneide bis Oberkante Deckenträger beträgt 2,905 m, wovon 2,3 m auf die Arbeitskammer entfallen. Die Wandung besteht aus Blechen von 6 mm, die Decke aus solchen von 5 mm Dicke. Letztere wird durch 13 Querträger und je vier Längsträgerchen zwischen den Wandungen und den Endquerträgern unterstützt. Unter den Enden der Querträger und den genannten Längsträgerchen sitzen nach unten gerichtet in der Arbeitskammer die Konsolen, welche die Wandungen und die Schneide des Senkkastens gegen die Decke absteifen. Die sieben ungeraden Querträger 1, 3, 5 . . . 13 sind an den Enden mit den Anschlußteilen für die 14 Aufhängungen versehen (Abb. 14 bis 16 Bl. 13). Die Verteilung der Deckenträger durfte keine gleichmäßige sein, weil auf die Anwendung von zwei verschieden schweren Luftschleusen Rücksicht zu nehmen war, einer schwereren für die Materialförderung mit 1000 mm weitem und einer leichteren für den Personenverkehr mit 800 mm weitem Schachtrohr. Zur Stützung dieser Schachtrohre nebst den darauf sitzenden Luftschleusen wurden zwischen die entsprechenden Querträgerpaare weitere Längsträgerchen eingeschaltet. — In den so gebildeten Trägervierecken sitzen die Schachtrohre außerdem noch etwas exzentrisch, wodurch eine annähernd gleichmäßige Lastverteilung erzielt wurde.

Der Fundamentmantel, d. h. die Umhüllung des oberhalb des Senkkastens beginnenden Fundamentkörpers aus Beton, ist in den Abb. 9, 10 u. 11 Bl. 13 dargestellt und besteht, wie schon angedeutet, aus Holzverschalung, welche durch Eisengerippe ausgesteift ist. Die Bohlen sind gespundet und 60 mm dick. Das die Fundamentverschalung stützende Eisengerippe gibt dem Fundamentkörper oberhalb des Senkkastens die Gestalt eines Obelisken mit aufgesetztem Prisma von 12,1 m Gesamthöhe, 13,9 m gleichbleibender Länge und einer von 4,52 auf 3,36 m nach oben abnehmenden Breite und besteht aus sieben verstrebten Querrahmen, die sich auf die Deckenträger des Senkkastens aufsetzen. Die Ständer dieser Rahmen sind aus zwei ⊏-Eisen N.P. Nr. 14, die Querriegel aus zwei ⊏-Eisen N.P. Nr. 8, die Diagonalen aus je einem ∟-Eisen 65 · 65 · 8 hergestellt. In der Längsrichtung sind die Rahmen durch fünf Züge ⊏-Eisen N.P. Nr. 10 miteinander verbunden. Sämtliche Ständer des Mantelgerippes sind nicht nur gelenkartig an die Deckenträger des Senkkastens angeschlossen (Abb. 14 u. 15 Bl. 13), sondern auch durch Gelenkbolzen gestoßen (Abb. 19 bis 21 Bl. 13), welche das Gewicht des schwebenden Pfeilerkörpers zu tragen imstande sind. An ihren oberen Enden schließen die eigentlichen Kettenglieder an (Abb. 17 u. 18 Bl. 13) und an diese die Schraubenspindeln (vgl. Abb. 8 Bl. 13).

Die Holzverkleidung der Längswände, bestehend aus wagerecht fortlaufenden gefederten Kiefernbohlen, legt sich unmittelbar gegen die Ständer der Querrahmen und ist mit diesen durch Schrauben verbunden. Letztere gehen durch lotrecht angeordnete gemeinsame Klemmflacheisen 50 · 8 mm hindurch, um Verschiebungen der Bohlen infolge der Reibung im Erdreich zu verhindern. Zur Befestigung der Schalbohlen an den Endrahmen wurden fünf Züge ⊏-Eisen Nr. 18 quer angeordnet (Abb. 11 Bl. 13) und zwischen diese in der Mitte lotrechte I Nr. 18 eingeschaltet; außerdem wurden die Ständer der Endrahmen mit Hölzern aufgefuttert, die mit den Querriegeln und den lotrechten I-Eisen eine Ebene bilden. Die Schalbretter sind nun in ähnlicher Weise, wie eben beschrieben, mit den Futterhölzern an den Enden und mit dem lotrechten I-Eisen in der Mitte verschraubt.

Die bisher beschriebenen Einrichtungen gelten im allgemeinen auch für das kleinere Fundament des linken Strompfeilers. Der Senkkasten (Abb. 9 u. 13 Bl. 13) hat dieselben Höhenverhältnisse und dieselbe Länge wie der des rechten Strompfeilers, nur ist er auf 4,2 m verschmälert und hat dementsprechend eine Grundfläche von rund 67,8 qm. Seine Wandungen und seine Decke bestehen wie früher aus Blechen 6 bezw. 5 mm Dicke. Ebenso ist die Anzahl und Stärke von der Deckenträger und Konsolen, sowie die Anzahl, Größe und Anordnung der Luftschleusen genau so wie früher. Entsprechend der geringeren Breite sind hier nur je drei Längsdeckenträger in den äußersten Deckenträgergefachen angeordnet. Der Fundamentmantel hat ebenfalls die Höhe von 12,1 m und dieselbe Länge von 13,9 m; nur seine untere Breite ist geringer, nämlich 3,72 m, während er anderseits nach oben auf dieselbe Breite von 3,36 m, wie beim rechten Strompfeiler, ausläuft, so daß also beide Fundamentumhüllungen oben in dasselbe Prisma von 13,9 · 3,36 m Grundfläche zur Aufnahme der für beide Pfeiler gleich großen Aufbauten übergehen.

Um die Sockel der Pfeilerschäfte sicher und auf richtige gegenseitige Entfernung ansetzen zu können, mußte von vornherein darauf Bedacht genommen werden, daß auch diese Arbeit noch bei Hochwasser der Havel und auch bei etwa notwendig werdender Tieferversenkung des einen oder anderen Strompfeilers im Trockenen ausgeführt werden konnte. Um dieses zu erreichen, war es notwendig, noch abnehmbare Erhöhungen der Fundament-Ummantelungen vorzusehen, welche ausgepumpt werden konnten, um in ihrem Schutze die Maurerarbeiten im Trockenen ansetzen und bis über den äußeren Wasserstand fortführen zu können. Für diese Schutzwände genügte eine Höhe von 2,6 m. Der abnehmbare Teil der Fundament-Ummantelung bestand aus einem Holzgehäuse aus 60 mm dicken Bohlen, die in den Längswänden entsprechend der Fachteilung des Fundamentgerippes durch lotrechte Ständer gegen den äußeren Wasserdruck abgesteift wurden. Von diesen Ständern bestanden diejenigen 14 Stück, welche wiederum Teile des Kettengestänges bildeten, aus je zwei ⊏-Eisen

Nr. 14, die übrigen jedoch aus Holz. Zur Abdichtung der Holzwände wurde Segeltuch in bekannter Weise benutzt.

Ablassen der Senkkasten mit den Fundamentmänteln. Das bisher Gesagte zusammenfassend, bestand sonach das Eigentümliche und Neue der ganzen Anordnung darin, daß die sonst üblichen langen, außen am Senkkasten angreifenden Kettengestänge, die hier kaum wieder zu lösen gewesen wären, fast ganz fortfielen und an deren Stelle Teile des Fundamentmantels (die Ständer desselben) traten, die dauernd im Bauwerk verblieben. Hierdurch wurden viele Schwierigkeiten vermieden und auch an Bauzeit gewonnen. Ohne Bedenken konnte man den Fundamentkörper so lange in den Ablaßgestängen halten, wie es die Verhältnisse verlangten, und schnell ließ sich der Fundamentmantel erhöhen, wie es bei der leichten Durchteufbarkeit des Moorbodens wünschenswert war. Mit Rücksicht auf die gefährdete Lage der Pfeilergerüste mußte aber auf eine möglichst schnelle Erledigung der Absenkungsarbeiten besonderer Wert gelegt werden, was natürlich auch auf die konstruktiven Lösungen der Einzelheiten von größtem Einfluß war. Aus diesen Gesichtspunkten erklären sich ohne weiteres die Knotenpunktsausbildungen der Querrahmen des Fundamentgerippes, die in den Abb. 14 bis 21 Bl. 13 dargestellt sind.

Jeder Querrahmen besteht hiernach aus vier Stockwerken, die in der Werkstatt fix und fertiggestellt und auf der Baustelle durch Gelenkbolzen untereinander und mit dem Senkkasten verbunden wurden. Zum Ablassen des Senkkastens im ersten Abschnitt (Stadium) wurden wegen beschränkter Höhe noch die normalen Kettenglieder, wie in Abb. 16 Bl. 13 dargestellt, verwendet. An deren Stelle traten im weiteren Verlauf des Ablassens die Ständer des Fundamentgerippes gemäß Abb. 14 u. 15 Bl. 13. Die Verbindung der normalen Ablaßketten mit einem fertigen Stockwerk zeigt weiter Abb. 17 u. 18 Bl. 13, während die endgültige Verbindung zweier Stockwerke untereinander durch Abb. 19 bis 21 Bl. 13 veranschaulicht wird. Der Zusammenhang des Fundamentgerippes mit den Schraubenspindeln der Ablaßvorrichtungen geht schließlich aus Abb. 8 Bl. 13 hervor.

Die Pfeilergerüste. Die Pfeilergerüste waren unter dem Gesichtspunkte zu konstruieren, daß 14 Ablaßspindeln, je sieben auf jeder Langseite, zum Herunterlassen des Senkkastens und Fundamentrumpfes notwendig waren. Die größte Last, die im ungünstigsten Falle auf eine Spindel kam, betrug 13300 kg, während diese mit Sicherheit das Doppelte tragen konnte. Um die Spindellasten auf obige Größe herabzumindern, die für die Bauart der Gerüste immerhin die oberste Grenze bedeutete, war es neben den bereits beschriebenen Maßnahmen ferner noch notwendig, von vornherein den Auftrieb der Arbeitskammer sich nutzbar zu machen. Mit anderen Worten, der Senkkasten mußte während der Versenkungsarbeit und so lange er in den Spindeln hing, stets in „angeblasenem" Zustande verbleiben. Um dies auch beim Einsetzen neuer Schachtrohre zu ermöglichen, waren in der Arbeitskammer vor den Öffnungen der Schachtrohre Verschlußdeckel vorgesehen, die das Entweichen der Luft aus der Arbeitskammer verhinderten. Die Entlastung jeder Spindel durch diese Maßnahme betrug $^1/_{14}$ des Auftriebes der Arbeitskammer oder beim größeren rechten Strompfeiler das ansehnliche Gewicht von rund 10300 kg.

Jedes Pfeilergerüst ruht auf 56 Stück etwa 23 m langen Pfählen, die gemäß Abb. 7 u. 8 Bl. 13 in vier Reihen parallel zur Pfeilerlängsachse eingerammt waren. Bei der Unmöglichkeit, ordnungsmäßige Verbände zwischen den Pfählen in den unteren Teilen herzustellen, mußten die inneren Pfähle paarweise in der Längsrichtung, die äußeren paarweise in der Querrichtung gespreizt und oben verbunden werden. Die beiden inneren Pfahlreihen, welche die Hauptlast zu tragen hatten und sich nur wenig spreizen ließen, waren außerdem in der Längsrichtung durch eiserne Stangen verspannt, die so tief wie angängig im Schlammboden versenkt wurden. Auf jeden Pfahl der hauptsächlich tragenden inneren Reihen kam höchstens die halbe Spindellast, also 6650 kg.

Die Pfähle ragen bis über Mittelwasser + 31,31 m hinaus und tragen unter Zuhilfenahme der obersten Pfahlverbände auf + 32,56 (also über Hochwasser) zwei Arbeitsbühnen, die sich in zwei 4 m breiten getrennten Streifen in der Pfeilerlängsrichtung hinziehen, einen freien Raum von 7 m Breite für den zukünftigen Pfeiler zwischen sich offen lassend. Auf diesen beiden Bühnen war die Hauptarbeit zu verrichten; sie dienten sowohl zur Ausführung der Eisenarbeiten wie zur Abfuhr des Aushubmaterials und zur Herstellung des Beton- und Mauerwerkes für den Senkkasten und Fundamentkörper. Zur Montage des Senkkastens diente ein abnehmbarer Arbeitsboden, welcher die freie Öffnung zwischen den Bühnen vorübergehend überdeckte.

Auf das mit den genannten Arbeitsbühnen abschließende Untergerüst baute sich das 4,25 m hohe Obergerüst auf, das auf 42 kräftigen, über den inneren Pfahlreihen doppelt, über den äußeren Pfahlreihen einfach angeordneten Stempeln ruhend, auf Höhe + 36,81 N.N. zwei weitere Arbeitsbühnen zur Bedienung der Ablaßspindeln und des Schleusenbetriebes aufwies. Die 14 Spindelstühle ruhten auf sieben Doppelbalken aus I-Eisen N.P. 42 $^1/_2$, die quer über den 7 m freien Raum zwischen diese Arbeitsbühnen gelegt waren. Die Querentfernung der Spindelstühle betrug beim größeren rechten Pfeiler 4,52 m, beim kleineren linken 3,72 m entsprechend den verschiedenen Breiten der Senkkasten.

Über den Arbeitsbühnen des zweiten Gerüststockwerkes erhebt sich schließlich noch das Krangerüst, das auf der Höhe von + 44,29 N.N. eine zum Pfeiler quergerichtete Schienenbahn für einen 15 t Laufkran trug. Dieser diente nicht nur zum Abheben der Luftschleusen bei Schachtrohrverlängerungen, sondern auch zum Löschen der die Baustoffe herbeibringenden und den Aushub fortschaffenden Schuten, die unter dem auskragenden Teile der Kranenbahn dicht an den Pfeilergerüsten anlegen konnten.

Die Luftschleusen und der Schleusenbetrieb. Als Lager und Bauhof war von seiten der Bauverwaltung ein Gelände auf dem rechten Havelufer stromabwärts neben der Zufahrtstraße zur Fähre bezw. Brücke angewiesen worden. Auf diesem standen verschiedene Bauhütten und ein Maschinenschuppen, in welchem das elektrische Kraft- und Lichtwerk untergebracht war. Der Luftkompressor nebst Maschine und Kessel hatte innerhalb eines besonderen hölzernen Schuppens auf zwei zusammengekuppelten eisernen Prahmen Aufstellung gefunden, die unmittelbar stromab vor jede Pfeilerrüstung gebracht und daselbst durch ausgeworfene Anker im Flußbett festgehalten wurden.

Die größere Förderschleuse (Abb. 8 Bl. 13) war für elektrische Förderung eingerichtet und arbeitete mit einem Schuckertschen Elektromotor von 9 PS (120 Volt, 1250 Umdrehungen in der Minute). Der Strom wurde durch ein Unterwasserkabel von dem Kraftwerk aus zugeführt. Die Beleuchtung der Baustelle und der Arbeitskammer im Senkkasten erfolgte ebenfalls elektrisch, und zwar kamen für erstere Bogenlampen, für letztere Glühlampen zur Anwendung. Die kleinere Personenschleuse wurde zur Förderung in keiner Weise benutzt; ihre Aufstellung diente nur zur Sicherheit der Arbeiter im Senkkasten und zum ungestörten Förderbetrieb der Hauptschleuse. In dem ersten Abschnitt der Versenkung wurde der dünnflüssige, schlammige Moorboden unter der Schneide weggedrückt. Mit zunehmender Dichtigkeit des Baugrundes in der Ton- und Sandschicht trat die elektrisch betriebene Aufzugswinde in Tätigkeit. Die Montierung des Senkkastens erfolgte auf dem untersten Boden des Pfeilergerüstes (Abb. 8 Bl. 13). Nach Fertigstellung wurde er in Spindeln genommen, an die Luftleitungsrohre angeschlossen, mit dem Schachtverschlußdeckel und den elektrischen Leitungen für die Glühlampen versehen, zwischen den Konsolen in der Arbeitskammer ausgemauert und — nach Entfernung der Zwischenbühne — so weit abgelassen, daß seine Decke mit den seitlichen Arbeitsbühnen auf etwa gleiche Höhe zu liegen kam. In dieser Stellung wurden 6 m Schachtrohr aufgesetzt, die Deckenträger ausbetoniert und mit einer 5 cm starken Mörtelschicht abgeglichen und das erste Stockwerk des Fundamentgerippes aufgebaut (Last auf jede der 14 Spindeln 13300 kg).

Jetzt wurde der Senkkasten weiter abgelassen, bis die Oberkante der Deckenträger 30 cm über den Wasserspiegel zu liegen kam. In dieser Stellung begann man damit, das unterste Stockwerk des Fundamentmantels im Trockenen auszubetonieren. Es geschah dies stufenweise in Schichten von 30 cm, und man sorgte dafür, daß die Oberkante des Betons nie höher als 60 cm über Wasser zu liegen kam. Die Tragfähigkeit der Spindeln ließ es zu, 1,5 m Beton über den Deckenträgern in dieser Weise aufzubringen. Von hier ab war es schon notwendig, den Senkkasten anzublasen, um die Spindeln zu entlasten. Das Anblasen bewirkte, daß man im ganzen etwa 3,3 m Beton über der Decke im Trockenen einbringen konnte. Jede Spindel hatte in diesem Bauzustande 10600 kg Belastung.

Im weiteren Verlauf der Versenkung wurde nun ausschließlich unter Wasser betoniert. Nur die ringförmigen Schutzmäntel der Schachtrohre aus Ziegelsteinen wurden stets so hoch gehalten, daß sie im Trockenen gemauert werden konnten. Als der rechte (Spandauer) Strompfeiler die dem Entwurf entsprechende Tiefe von + 12,00 N.N. erreicht hatte, stellte es sich heraus, daß der dort erbohrte Sandboden an einer Ecke noch nicht ganz rein war. Es wurde deshalb bis auf 10,00 N.N. weiter versenkt. Beim linken Strompfeiler fand man in der Tiefe von + 12,00 N.N. guten tragfähigen und gleichmäßigen Sandboden vor, und deshalb konnte der Senkkasten in dieser Tiefe abgesetzt werden.

Nach Vollendung der Pfeilerversenkungen wurden in üblicher Weise die Arbeitskammern unter Preßluft ausbetoniert, die Luftschleusen und Schachtrohre abgehoben, die gemauerten Ringschächte mit Beton gefüllt und mit den Pfeileraufbauten fortgefahren, die, wie erwähnt, schon vor gänzlicher Versenkung im Schutze der einstweiligen Aufbauten angesetzt worden waren.

Pfeileraufbauten. Über die Bauart der Pfeiler ist zu bemerken, daß sie in den sichtbaren Aufbauten völlig gleich sind (Abb. 4 bis 6 Bl. 13). Da die von dem eisernen



Abb. 4. Pfeilergerüst des rechten (Spandauer) Strompfeilers.

Überbau hervorgerufenen Auflagerdrücke in der Hauptsache lotrecht sind, so ist die Beanspruchung eine günstige. Die größte Pressung des Schüttbetons beträgt 4,8 kg/qcm, diejenige des Baugrundes 4,2 kg/qcm. Der Beton besteht aus Zement und Elbkies mit einem Zusatz von Kleinschlag aus Klinkern, und zwar für den im Trockenen hergestellten Beton aus 1 Teil Zement, 3 Teilen Sand und 6 Teilen Kiesel und Kleinschlag, für den Schüttbeton aus denselben Stoffen, aber im Mischungsverhältnis 1:3:5.

Die Pfeilerschäfte sind von der Höhe + 25,0 beim rechten und von + 27,0 beim linken aufwärts bis zur Höhe + 30,8 mit gelben Hegermühler Klinkern verblendet. Von + 30,80 ab, d. i. 0,12 m unter Niederwasser, besteht die Verblendung der Vorköpfe, das Gesims und die obere Abdeckung aus Basaltlava. Zwischen den Vorköpfen sind die Pfeiler mit dunkelroten Klinkern verblendet. Die Auflagerquader sind aus schlesischem Granit und erhielten eine Untermauerung aus Klinkern, um den Auflagerdruck der Eisenkonstruktion auf den Beton zu verteilen. Die Beanspruchung des Granits beträgt 49,1 kg, die des Klinkermauerwerks 14,8 kg und die des Stampfbetons 10 kg/qcm.

VI. Die eisernen Überbauten.

Begründung des gewählten Brückensystems. Wie in Text-Abb. 5 schematisch dargestellt, wird die aus drei Öffnungen von 63,7 + 73,0 + 63,7 m Lichtweite bestehende Brücke durch drei unter sich zusammenhängende Bogenfachwerke von 65,87 + 75,28 + 65,87 = 207,902 m Gesamtstützweite überspannt. Es ist dies die Anwendung des Kragträgergedankens auf das in den letzten Jahren vielfach angewandte Bogenfachwerk mit (durch Zuggurt) aufgehobenem wagerechten Schub, also eine vollkommen neue Brückenart, die von der Gesellschaft Harkort im Wettbewerbe um die neue Neckarbrücke in Mannheim im Jahre 1900 (Zentralblatt d. Bauverw. 1901 Nr. 43 bis 49) bereits vorgeschlagen wurde, in Spandau aber u. W. zum ersten Male zur Ausführung kam.

Der Überbau der Mittelöffnung von 16 × 4,705 = 75,280 m Stützweite ist ein Bogenfachwerk, bei welchem das den wagerechten Schub aufnehmende Zugband die den Stützpunkten benachbarten Knotenpunkte 1 und 1[1] unterspannt. Dieser Überbau ist über beide Stützpfeiler hinaus um je ein Feld von 4,75 m Ausladung, bestehend aus den scheinbar zu den Seitenöffnungen gehörigen ersten Diagonalen und unteren Bogengurtstäben nebst entsprechenden Teilen der Fahrbahntafel und Windverbände, konsolartig verlängert. Die Überbauten der Seitenöffnungen sind Bogenfachwerke von 13 × 4,705 = 61,165 m Stützweite, deren Zugbänder jedoch die Stützpunkte selbst unterspannen; sie stützen sich landseitig auf die Widerlager und stromseitig auf die ebengenannten Auskragungen des mittleren Überbaues. Nach Hinzufügung der im vorliegenden Falle allerdings überzähligen, aus Schönheitsgründen jedoch unentbehrlichen oberen Gurtstäbe 13 bis 14 in den Seitenöffnungen verschmelzen alle drei Überbauten zu einem gemeinsamen, die drei Öffnungen scheinbar durchlaufend überspannenden Bogenfachwerkträger (Abb. 1 Bl. 12). In Wirklichkeit ist es eben ein Kragträger mit eingehängten Seitenträgern, der in allen Teilen nur einfach statisch unbestimmt ist.

Der ganze eiserne Überbau ist auf dem rechten (Spandauer) Strompfeiler, dem breiteren und tieferen, fest gelagert, während sich auf allen anderen Pfeilern längsbewegliche, an den Konsolenden des mittleren Überbaues schließende Gelenklager befinden. Die Vorteile dieses Systems gerade für den vorliegenden Fall waren nicht unerhebliche. Zunächst ergab sich für das ganze Bauwerk ein vorteilhafteres Gesamtbild, indem sich die einzelnen Überbauten zu gefälligen einheitlichen Linienzügen vereinigen ließen. Dem an sich schon vorteilhaften Längenschnitt der Straßenkrone, der, über der Mittelöffnung wagerecht verlaufend und nach beiden Ufern hin 1:40 abfallend, eine Betonung des Mittelteiles geradezu erheischte, ließen sich die großen Linien des Gesamtbauwerkes ungesucht anpassen, indem auch der Eisenkonstruktion durch Anwendung einer größeren und höheren Mittelöffnung die wünschenswerte Steigerung nach der Mitte zu gegeben werden konnte.

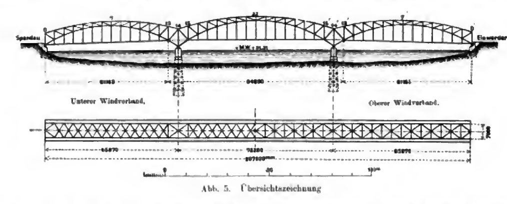


Abb. 5. Übersichtszeichnung

Bei alledem blieb es angängig, der Eisenkonstruktion alle Vorzüge zu verleihen, die einem in erster Linie praktischen Zwecken dienenden Bauwerke zukommen. Besonders auch ließen sich die oberen Windverbände über die ganze Brückenlänge durchführen, was stets erwünscht, aber nicht immer durchführbar ist. Auch die schädlichen Nebenspannungen ließen sich möglichst vermeiden, wie aus der Beschreibung der Einzelheiten hervorgehen wird.

Der Hauptvorteil der gewählten Brückenart lag aber im vorliegenden Falle auf wirtschaftlichem Gebiete, indem sowohl die Eisenkonstruktion wie die Pfeiler leichter und billiger ausfielen, wie bei Anordnung getrennter Überbauten,

und weil ferner bei gleicher Brückenlänge an freier Durchflußweite gewonnen wurde.

Die Ersparnis an Eisen kann auf 50 000 kg geschätzt werden. — Bei den Strompfeilern brachte die geringe Breite der Pfeilerschäfte naturgemäß auch eine geringere Breite der Fundamente und damit eine Verringerung der Herstellungskosten mit sich. Eine der Hauptbedingungen des Wettbewerbes, daß für die Schiffahrt durch die Mittelöffnung eine lichte Höhe bis + 36,14 N.N. (4 m über Hochwasser) auf eine Länge von 60 m gewahrt bleiben müsse, wurde reichlich erfüllt, indem diese Mindesthöhe auf wenigstens 65 m Länge vorhanden ist.

Allgemeine Anordnung der Eisenkonstruktion. Wie schon erwähnt, sind die Hauptträger aller drei Öffnungen zu einem Kragträgersystem zusammengefaßt, im übrigen aber Bogenfachwerke mit aufgehobenem wagerechten Schub, die nur lotrechte Pfeilerdrücke ausüben. Die den Schub aufnehmenden Zugbänder unterspannen in der Mittelöffnung (dem Kragträger) die den Auflagern benachbarten Knotenpunkte 15 bezw. 15', in den Seitenöffnungen (den eingehängten Trägern) die Auflagerpunkte 0 und 13 (bezw. 0' und 13') selbst.

Die Fahrbahntafel ist als „freischwebende" nach der Bauweise der Gesellschaft Harkort ausgebildet und darf wohl im allgemeinen als bekannt vorausgesetzt werden. (Näheres siehe: Rheinbrücke bei Bonn und Rheinbrücke bei Worms in der Z. d. V. D. I. 1895 Nr. 18 und 1900 Nr. 48.) Nur kurz möge deshalb hier das Wesen derselben angedeutet werden. Bei Brücken mit freischwebender Fahrbahntafel besteht jeder Überbau aus zwei voneinander unabhängigen Konstruktionsgruppen und zwar:

1. aus dem Haupttragwerk, bestehend aus den beiden Hauptträgern, welche mit ihren Verbänden, ihren Zugbändern und je einem Endfeld der Fahrbahntafel zu einem an sich standfesten Ganzen verbunden sind, und
2. aus dem übrigen Teil der Fahrbahntafel, bestehend aus allen normalen Quer- und Längsträgern nebst dem Brückenbelag, welche ebenfalls unter sich vernietet sind, im übrigen aber als Ganzes an den unteren Bogengurten der Hauptträger freischwebend aufgehängt ist.

Die ganze Anordnung bezweckt die Vermeidung des Auftretens von Neben- und Zusatzspannungen. Zwischen dem Haupttragwerk und der freischwebenden Fahrbahntafel besteht selbstverständlich in der Längs- und Querrichtung eine gewisse Abhängigkeit. So ist für die Sicherung der gegenseitigen Lage in der Längsrichtung der mittelste Querträger der Fahrbahntafel, aber auch nur dieser, mit den Zugbändern der Hauptträger unverschieblich verbunden (Abb. 7 Bl. 14). Infolgedessen kann sich die Fahrbahntafel von der Mitte aus nach den Enden hin ausdehnen oder zusammenziehen, ohne daß die Hauptträger in Mitleidenschaft gezogen werden; und umgekehrt können sich die Hauptträger bewegen, ohne die Fahrbahn zu beeinflussen.

Bei den Übergängen vom freischwebenden Teil der Fahrbahntafel auf die mit dem Haupttragwerk verbundenen festen Teile derselben sind Ausgleichvorrichtungen vorgesehen, und zwar in den Seitenöffnungen bei den Punkten 0 u. 12, in der Mittelöffnung bei den Punkten 16 u. 16' (Text-Abb. 5).

Auch in der Querrichtung der Brücke ist die freischwebende Fahrbahntafel zum Haupttragwerk unverschieblich festgelegt. Es geschieht dies dadurch, daß die eigens geformten Querträger der letzteren in die Maschen des zum Haupttragwerk gehörigen unteren Windverbandes eingreifen und an diesen durch Berührung mit deren Anschlußblechen den Winddruck abgeben. Auf diese Art wird der auf die Fahrbahntafel entfallende Winddruck auf den Windverband abgegeben, ohne daß die Verschiebbarkeit beider Konstruktionsgruppen vereitelt wird. — Die Einzelheiten gehen aus dem Nachfolgenden hervor.

Einzelheiten der Konstruktion.

Die Fahrbahntafel. Die Fahrbahntafel besteht, wie schon angedeutet, aus mehreren voneinander getrennten Abschnitten und zwar

1. aus den beiden freischwebenden Abschnitten in den Seitenöffnungen von den Widerlagen 0 bis zu den Querträgern Nr. 12 vor den Strompfeilern,
2. aus dem freischwebenden Teile in der Mittelöffnung zwischen den Knotenpunkten Nr. 16 und 16' und
3. aus den mit der Haupttragkonstruktion fest verbundenen, je vier Felder langen Teilen über den Strompfeilern von Punkt 12 bis 16 bezw. 16' bis 12'.

An den so entstehenden vier Trennungsstellen sind alle Längsglieder der Fahrbahnkonstruktion durchschnitten bezw. längsverschieblich miteinander verbunden.

Für alle Teile der Fahrbahn ist die allgemeine Anordnung folgende: Fahrstraße und Gehwege werden unterstützt durch acht Züge Längsträger (Abb. 6 u. 9 bis 11 Bl. 12), von denen die mittleren sechs (für die Fahrstraße) zwischen den Hauptträgern, und die übrigen zwei (für die Fußwege und Geländer) außerhalb derselben liegen. Die mittleren vier Trägerzüge aus I-Eisen N.P. 38 liegen mit den Querträgern oben bündig und sind durch Buckelbleche von Feldlänge (4,705 m) abgedeckt, welche über Beton die Holzpflasterung tragen.

Die beiden seitlichen Abschlußträger der Fahrstraße, bestehend aus I-Eisen N.P. 36, sind durch aufgesetzte ⅂-Eisen N.P. 16 über die Querträgeroberkanten hinaus erhöht und tragen im Verein mit den Geländerträgern aus [-Eisen N.P. 26 querliegende Belageisen (Profil Nr. $7^1/_2$), welche die Gehwege aus Kunstgranitplatten auf Beton unterstützen. Die mittleren vier Fahrbahnlängsträger sind in jedem Feld einmal, die Randträger der Fahrstraße mit den Geländerträgern je zweimal (entsprechend der Lage der Geländerpfosten) durch Querverbindungen aus [-Eisen N.P. 10 ausgesteift (Abb. 2 Bl. 12).

Die Unterbrechung der Längsträger bei den Knotenpunkten 12 und 16 und deren längsbewegliche Lagerung daselbst geht aus Abb. 11 Bl. 12 hervor und bedarf keiner weiteren Erläuterung; bei Knotenpunkt 0 gleiten die Längsträger auf dem Endquerträger (Abb. 6 Bl. 12). Die Querträger der eingehängten Teile der Fahrbahn in den Knotenpunkten 1 bis 6, 8 bis 12 und 17 bis 21 sind in Abb. 11 Bl. 12 dargestellt. Dieselben sind an den Hängestangen, bestehend aus vier im Kreuz angeordneten Winkeln 70·70·8, durch Vernietung angeschlossen. Das schwache Trägheitsmoment der Hängestangen gewährleistet eine elastische Aufhängung der Querträger, die sich infolgedessen durchbiegen können, ohne nennenswerte

Nebenspannungen in ersteren zu erzeugen. Über die Aufhängepunkte ragen die konsolartigen Enden der Querträger hinaus, welche den äußeren Fußwegträger (Geländerträger) stützen. Unter den Kragenden der Querträger findet das Zugband des Hauptträgers Platz, welches pendelnd an den Hängestangen aufgehängt ist (Abb. 8 Bl. 14). Aus der Abb. 11 Bl. 12 ist zu ersehen, wie sich die Querträger mit nach unten vorstehenden Ansätzen gegen die Anschlußbleche des unteren Windverbandes lose stützen, um den Winddruck an diesen Verband durch bloße Berührung abzugeben. Die mit den Haupttragwerken unverschieblich verbundenen Mittelquerträger in den Punkten 7 der Seitenöffnungen und 22 der Mittelöffnung sind in Abb. 10 Bl. 12 dargestellt; die mit den Portalen über den Strom- und Endpfeilern starr verbundenen Querträger in den Punkten 0 der Seitenöffnungen und 14 der Mittelöffnung sind ohne weiteres aus den Abb. 6 u. 9 Bl. 12 verständlich.

Ein besonderes Interesse erheischen die Querträger 13 und 13' der Seitenöffnungen in Verbindung mit den daselbst befindlichen Gelenklagern der Seitenöffnungen.

Jeder solche Träger und der zugehörige Endquerträger über den Widerlagern machen das Haupttragwerk einer Seitenöffnung (gemäß den auf S. 81 dargelegten Grundsätzen) an sich standsicher und zur Anwendung der eingehängten Fahrbahntafel geeignet. Die Verbindung zwischen dem Querträger und der Vertikale in 13 muß also eine festvernietete sein, ohne daß die Beweglichkeit des Gelenklagers leidet. Ebenso muß das hier befindliche Fußwegkonsol fest mit Vertikale 13 verbunden sein; ferner sind die Anschlüsse des unteren Windverbandes an dieser Stelle zu bewirken. Die konstruktive Lösung dieses eigenartigen Punktes geht aus den Abb. 11 bis 13 Bl. 14 und Text-Abb. 6 u. 7 hervor und kennzeichnet sich durch folgendes. Die im Punkt 13 zusammentreffenden Glieder der Seitenöffnung (Zugband, unterer Bogengurt und Endvertikale) sind in zwei kräftige 33 mm dicke Schilder, bestehend aus je drei Lagen von 11 mm Dicke, aufgelöst. Ebenso sind die an der Mittelöffnung hängenden Kragarme (bestehend aus einem unteren Bogengurtstück und der Diagonale) in Punkt 13 in zwei Schilder von je $3 \times 12 = 36$ mm Dicke aufgelöst. Die so entstehenden vier Blechschilder greifen ineinander, erstere innen, letztere außen liegend, und sind durch einen hohlen, stählernen Gelenkbolzen miteinander verbunden. Die Lagerschilder der Seitenöffnung sind gegenseitig durch ein Stahlstück ausgesteift, das den Hohlbolzen umfaßt und mit den Schildblechen in Richtung der Vertikalen verschraubt ist, während die Lagerschilder der Kragarme durch eingenietete Querverbindungen in Richtung des wagerechten Zugbandes und in Richtung des Untergurtstückes versteift sind. Der Querträger sowie das Fußwegkonsol sind mit den Vertikalen 13 vernietet. Zur Verstärkung dieses Anschlusses sind oberhalb des Gelenkbolzens durchlaufende Bleche angeordnet, welche beide Teile verbinden und die Vertikale durchschießen; ferner ist eine weitere Verbindung zwischen den Untergurten des Querträgers und Fußwegkonsols hergestellt, bestehend aus einem Schmiedestück, welches den Gelenkbolzen durchdringt, mit seinem inneren ausgeplatteten Ende am Querträger, mit einer am anderen Ende eingeschraubten eigens geformten Verlängerung am Fußwegkonsol angreift. Diese Angriffe sind durch Vernietung hergestellt. Das untere Schmiedestück hat ferner noch den Zweck, den Gelenkpunkt gehörig zusammenzufassen. Es durchdringt deshalb den Hohlbolzen schließend und ist innen mit einem Bund, außen mit einer Mutter versehen, durch welche die Blechschilder zusammengezogen werden. Bemerkt sei noch, daß alle in diesem Punkte entstehenden Fugen nach Möglichkeit gegen Eindringen von Wasser gedichtet worden sind. Zu diesem Zwecke sind der Bund und die Muttern des Schmiedestückes, die Unterlegscheiben und das den Hohlbolzen umfassende Stahlstück an den Außenrändern unterdreht, so daß Rillen entstehen, welche mit Bleischnüren verstemmt werden konnten. Im übrigen wird das Tagewasser schon durch die Fußwegdecke vom Gelenkpunkt abgehalten.



Abb. 6. Gelenkpunkt in 13 (von innen gesehen).

Der Anschluß des unteren Windverbandes erfolgt durch doppelte Anschlußbleche, welche den abgeflachten Teil des Schmiedestückes oben und unten umfassen und mit diesem sowie mit dem Querträger vernietet sind. Die Anschlußlaschen der Windstreben greifen zwischen diese Bleche, deren freibleibende Lücken außerdem durch Füllstücke geschlossen sind. Die Anschlußbleche sind durch Winkel an die Lagerschilder des Tragarms angenietet und finden ihre sinngemäße Fortsetzung und Versteifung in den schon erwähnten Querverbindungen dieser Schilder.

Der untere Windverband. Jeder einzelne Überbau hat seinen eigenen Windverband, doch hängen die drei Verbände mit ihren zu Spitzen vereinigten Endstreben über den Mitten der Strompfeiler in einem Punkte miteinander zusammen, so daß demnach ein einheitlicher Verband über alle drei Öffnungen vorhanden ist, wie aus Text-Abb. 5 S. 79/80 hervorgeht. Jeder einzelne Verband benutzt die Zugbänder der Hauptträger als Gurtungen; die Diagonalen sind im allgemeinen gekreuzt und zug- und drucksicher konstruiert (Vertikalen sind nicht vorhanden), nur in den Endfeldern sind die ebenfalls zug- und druckfesten Diagonalen ungekreuzt und zu Spitzen zusammengeführt. Mit diesen Spitzen hängen die drei Einzelverbände über der Mitte der Strompfeiler fest zusammen, woselbst sie in den dort befindlichen Haupt-

querträgern gelagert sind (Abb. 9 Bl. 12). An den Außenenden der Seitenöffnungen lagern die Spitzen der Windverbände in den Mitten der Endquerträger der seitlichen Überbauten (Abb. 6 Bl. 12). Es ist einleuchtend, daß der so angeordnete gemeinsame Windverband nur ganz untergeordnete Nebenspannungen erleidet und zwar nur solche, die von den Längenänderungen der Zugbänder abhängen, soweit diese von der beweglichen Belastung herrühren, denn durch die endgültige Vernietung der Windstreben erst nach Aufbringung der ständigen Last (am Ende der Aufstellung) kann der Einfluß der letzteren ganz ausgeschaltet werden. Der Einfluß der beweglichen Last ist aber im übrigen geringer als bei sonst üblichen Konstruktionen, weil mangels der Vertikalen (die Querträger sind, wie schon gesagt, nicht als solche zu betrachten, weil sie lose in die Maschen des Verbandes eingreifen) die Zugbänder der Hauptträger als Gurtungen der Windverbände sich einander etwas nähern können. Für ungleichmäßige Windlasten auf die einzelnen Überbauten können die Lagerungen in den Querträgern über den Pfeilern als Gelenke betrachtet werden, so daß für diese Belastungsfälle der Verband als dreiteilig und statisch bestimmt anzusehen ist. Die Einzelheiten der Anordnungen gehen aus den Abb. 9 bis 11 Bl. 12 und Abb. 10 Bl. 14 deutlich hervor. Einer der wichtigsten Knotenpunkte des unteren Windverbandes, der in Punkt 13, ist schon durch die Beschreibung des Gelenklagers und die Abb. 11 bis 13 Bl. 14 genügend klargelegt; ferner sind ohne weiteres verständlich die Anschlüsse der Windstreben im Bereiche der eingehängten Fahrbahntafeln in den Punkten 1 bis 12 und 16 bis 22 durch Abb. 9 u. 10 Bl. 14 und der Anschluß derselben an die festen Querträger Nr. 14 über den Strompfeilern durch Abb. 9 Bl. 12. Sämtliche gekreuzten Windstreben sind in ihren Schnittpunkten an den Querverbindungen zwischen den beiden innersten Fahrbahnlängsträgern aufgehängt, wodurch ihre in vertikaler Richtung schwachen Anschlußbleche entlastet werden.



Abb. 7. Gelenkpunkt in 13 (von außen gesehen).

Der obere Windverband. Die einzelnen Überbauten haben getrennte obere Windverbände, deren Linienführungen aus Text-Abb. 5 hervorgehen. Die Verbände reichen in der Mittelöffnung von Hauptportal zu Hauptportal über den Strompfeilern, und in den Seitenöffnungen von da bis zu den Endportalen über den Widerlagern. Als Gurtungen dienen die oberen Bogengurte der Hauptträger. Die nur auf Zug beanspruchten Diagonalen sind gekreuzt und reichen im allgemeinen über zwei Felder, wobei die Windkräfte auf die übersprungenen Knotenpunkte durch die auch dort angeordneten Querriegel in den Verband übertragen werden. In den Endfeldern sind die Diagonalen ungekreuzt, sonach auf Zug und Druck bemessen, und zu Spitzen zusammengeführt, wie im unteren Windverband. Alle drei oberen Windverbände sind sonach in der Mitte der oberen Querriegel der End- und Mittelportale gelagert, eine Anordnung, die nebenbei bemerkt nicht nur eine gute Kräfteübertragung auf die Portale bewirkt, sondern auch konstruktive Erleichterungen mit sich bringt.

Über den Mittelportalen stoßen hier, ebenfalls wie bei den unteren Verbänden, die drei Verbände zusammen, aber es ist hier nur ein fester Zusammenhang in der Querrichtung vorhanden, während für die Längsrichtung die Möglichkeit einer Bewegung vorgesehen ist, weil eine gegenseitige Verdrehung der drei Überbauten um die Gelenklager der eingehängten Seitenöffnungen möglich sein muß (Abb. 7 Bl. 12). Aus gleichem Grunde sind auch die überzähligen Endstücke 13 bis 14 der oberen Bogengurte in den Seitenöffnungen über den Strompfeilern längsbeweglich angeschlossen. Die Einzelheiten dieser Verbindung gehen aus Abb. 1 Bl. 14 hervor.

Der Anschluß der ungekreuzten Endstreben an die Portalriegel über den Widerlagern ist in Abb. 4 Bl. 12, die Kreuzung zweier Streben in Abb. 12 Bl. 12 und ein normaler Anschluß an die oberen Bogengurte in Abb. 4 Bl. 14 klar dargestellt.

Die oberen Querriegel. Diese befinden sich in sämtlichen oberen Knotenpunkten und haben besonders den Zweck, die auf den unteren Bogengurt entfallenden Windkräfte in den oberen Verband zu überführen und den unteren Bogengurt durch Vermittlung der Vertikalen des Bogenfachwerks gegen seitliches Ausknicken zu sichern. Selbstverständlich sind sie gleichzeitig die Vertikalen des Verbandes. Soweit diese Riegel Teile der Brückenportale sind, geht ihre Konstruktion aus den Abb. 6 u. 9 Bl. 12 hervor. Die übrigen Riegel sind nach Abb. 10 u. 11 Bl. 12 ausgebildet. Es sei bemerkt, daß sämtliche Riegel steif konstruiert und fest mit den Hauptträgern vernietet sind. Bei der Eisenbahnbrücke in Worms hat die Gesellschaft Harkort diese Riegel möglichst elastisch für die lotrechte Durchbiegungsebene der Hauptträger konstruiert, weil bei einer zweigleisigen Eisenbahnbrücke sehr verschiedene Durchbiegungen der Hauptträger und somit eine rhombische Verschiebung der sonst rechteckigen Form der Brückenquerrahmen zu erwarten ist. Um diese unvermeidliche rhombische Verschiebung zu erleichtern und somit ein Verdrehen der Hauptträger aus der senkrechten Durchbiegungsebene zu verhindern, sind bei der genannten Rheinbrücke sogar die Fahrbahnquerträger gelenkig an den Hängestangen aufgehängt. Diese Feinheiten wurden hier als zu weitgehend vermieden, weil Straßenbrücken meist über die ganze Breite ziemlich gleichmäßig belastet werden, und infolgedessen große Verschiedenheiten in der Durchbiegung der beiden Hauptträger gar nicht, oder nur höchst selten vorkommen.

Spannkräfte und Quer-

a = Spannkraft aus Eigengewicht und Verkehrslast.

Seitliche Hauptträger von

Obergurt Stab	Spannkraft a	Spannkraft b	Querschnitt	Untergurt Stab	Spannkraft a	Spannkraft b	Querschnitt
0—1	— 38,8	— 40,6	2 — 300 · 8 + 4L 100 · 10 + 1 — 560 · 6	0—1	— 283,7	— 297,5	4 — 392 · 11 + 4 — 130 · 8 + 4L 100 · 11
1—2	— 90,5	— 105,7	2 — 300 · 8 + 4L 100 · 10 + 1 — 560 · 6	1—2	— 249,4	— 263,3	4 — 377 · 11 + 4 — 130 · 8 + 4L 100 · 11
2—3	— 141,5	— 149,5	2 — 300 · 11 + 4L 100 · 10 + 1 — 560 · 6	2—3	— 210,8	— 224,1	2 — 363 · 11 + 4 — 110 · 11 + 4L 100 · 11
3—4	— 210,2	— 196,9	2 — 300 · 11 + 4L 100 · 11 + 1 — 560 · 11	3—4	— 154,1	— 174,3	2 — 349 · 11 + 4L 100 · 100 · 11
4—5	— 254,4	— 256,4	2 — 300 · 11 + 4 — 105 · 11 + 1 — 570 · 11 + 4L 100 · 100 · 11	4—5	— 83,4	— 114,8	2 — 335 · 8 + 4L 100 · 100 · 10
5—6	— 279,3	— 260,8	4 — 300 · 11 + 4L 100 · 11 + 1 — 570 · 11	5—6	+ 34,4	— 53,3	2 — 321 · 8 + 4L 100 · 100 · 10
6—7	— 270,2	— 251,7	4 — 300 · 11 + 4L 100 · 11 + 1 — 570 · 11	6—7	+ 47,9	+ 66,3	2 — 307 · 8 + 4L 100 · 100 · 10
7—8	— 270,0	— 251,5	4 — 300 · 11 + 4L 100 · 11 + 1 — 570 · 11	7—8	— 70,5	— 104,0	2 — 307 · 8 + 4L 100 · 100 · 10
8—9	— 233,0	— 244,0	2 — 300 · 11 + 2 — 90 · 12 + 1 — 560 · 11 + 4L 100 · 100 · 11	8—9	— 123,6	— 146,6	2 — 321 · 8 + 4L 100 · 100 · 10
9—10	— 188,3	— 201,6	2 — 300 · 11 + 4L 100 · 10 + 1 — 560 · 11	9—10	— 173,1	— 187,0	2 — 335 · 11 + 2 · 127 · 9 + 4L 100 · 10
10—11	— 127,5	— 147,5	2 — 300 · 8 + 4L 100 · 10 + 1 — 560 · 6	10—11	— 215,6	— 226,8	2 — 349 · 9 + 2 — 349 · 11 + 4L 100 · 11
11—12	— 76,3	— 92,8	2 — 300 · 8 + 4L 100 · 10 + 1 — 560 · 6	11—12	— 248,3	— 260,9	4 — 363 · 11 + 4 — 130 · 8 + 4L 100 · 11
12—13	— 33,8	— 53,8	2 — 300 · 8 + 4L 100 · 10 + 1 — 560 · 6	12—13	— 282,2	— 295,8	4 — 377 · 11 + 4 — 130 · 8 + 4L 100 · 11

Mittlerer Hauptträger von 75,280 m

Obergurt Stab	Spannkraft a	Spannkraft b	Querschnitt	Untergurt Stab	Spannkraft a	Spannkraft b	Querschnitt
13—14	0	0	2 — 300 · 8 + 4L 100 · 10 + 1 — 560 · 6	13—14	— 120,3	— 124,9	2 — 392 · 12 + 4L 100 · 100 · 12
14—15	— 75,2	— 81,4	2 — 300 · 8 + 4L 100 · 10 + 1 — 570 · 6	14—15	— 123,0	— 127,8	2 — 394 · 12 + 4L 100 · 100 · 12
15—16	— 94,3	— 112,8	2 — 300 · 8 + 4L 100 · 10 + 1 — 570 · 6	15—16	— 323,2	— 339,2	4 — 382 · 12 + 4L 100 · 12 + 4 — 130 · 10
16—17	— 135,9	— 150,4	2 — 300 · 8 + 4L 100 · 12 + 1 — 570 · 6	16—17	— 302,3	— 318,5	4 — 369 · 12 + 4L 100 · 12 + 4 — 130 · 8
17—18	— 187,2	— 207,7	2 — 300 · 12 + 2 — 90 · 12 + 1 — 570 · 6 + 4L 100 · 100 · 12	17—18	— 273,9	— 289,8	4 — 357 · 12 + 4L 100 · 12 + 4 — 130 · 8
18—19	— 240,6	— 255,1	4 — 300 · 12 + 4L 100 · 12 + 1 — 600 · 6	18—19	— 235,1	— 243,9	4 — 315 · 12 + 4L 100 · 100 · 10
19—20	— 282,1	— 296,1	4 — 300 · 12 + 4L 100 · 12 + 1 — 600 · 10	19—20	— 181,2	— 205,1	2 — 332 · 12 + 4L 100 · 10 + 4 — 105 · 8
20—21	— 311,0	— 319,0	4 — 300 · 12 + 4L 100 · 12 + 1 — 600 · 15	20—21	— 113,4	— 147,6	2 — 320 · 8 + 4L 100 · 100 · 10
21—22	— 321,1	— 327,6	4 — 300 · 12 + 4L 100 · 12 + 1 — 600 · 15	21—22	+ 63,8	— 85,5	2 — 307 · 8 + 4L 100 · 100 · 10

Die Hauptträger. Über das System und die Anordnung der Hauptträger mußte im vorhergehenden schon so viel gesagt werden, daß hier nur noch einige Ergänzungen bezüglich der Ausbildung im einzelnen am Platze sind. In der vorstehenden Tabelle sind die in den einzelnen Gliedern auftretenden Spannkräfte sowie die gewählten Querschnitte übersichtlich zusammengestellt.

Die konstruktiven Lösungen der Knotenpunkte sind aus den Abbildungen leicht zu erkennen, von denen Abb. 1, 14, 15 u. 19 Bl. 14 die oberen, Abb. 2, 3, 5, 6, 11 bis 13, 16 bis 18 u. 20 Bl. 14 die unteren Bogengurte, Abb. 5 bis 13 u. 16 bis 18 Bl. 14 die wagerechten Spanngurte und Abb. 1 bis 3, 5 bis 6 u. 11 bis 20 Bl. 14 die Vertikalen und Diagonalen behandeln. Aus Abb. 1 Bl. 14 vom oberen Knotenpunkt Nr. 14 über den Strompfeilern geht hervor, wie die dort endigenden überzähligen Obergurtstäbe 13 bis 14 beweglich angeschlossen sind, was wegen der Drehung der Hauptträger der Seitenöffnungen um das Gelenklager in 13 unten notwendig ist.

Die Auflager. Die auf dem rechten (Spandauer) Strompfeiler belegenen Auflager sind als feste, alle übrigen als längsbewegliche ausgebildet. Auf Querbeweglichkeit der Auflager konnte der geringen Hauptträgerentfernung wegen verzichtet werden. Sämtliche Lager sind als Kipplager hergestellt, und zwar greifen die Sattelstücke mit kugeligen Flächen ineinander, behufs Erzielung einer gleichmäßigen Druckverteilung.

Beim festen Auflager Abb. 9 Bl. 12 besteht der Oberteil aus Gußstahl, der Unterteil aus Gußeisen. Die beweglichen Auflager sind in Abb. 6 Bl. 12 dargestellt. Mit Ausnahme der Staubmäntel, welche aus Gußeisen angefertigt sind, bestehen dieselben in allen Teilen aus Gußstahl. Die Lager über den Widerlagern haben je vier, die über dem linken (Eiswerder) Strompfeiler dem größeren Auflagerdrucke entsprechend sechs Rollen. Die Rollensätze werden durch Parallelschienen zwangläufig geführt und zur richtigen Abwicklung gezwungen durch evolventisch abgedrehte Zapfen, mit welchen sie in die gehobelten Laufflächen der Druck- und Mauerplatten eingreifen.

Die Brückenstützpunkte machen von ihrer Stellung bei 10° C (mittlerer Temperatur) infolge von Verkehrslast (q) und Wärmeschwankungen ($t = \pm 35°$) folgende Bewegungen (vom Festpunkte über dem Spandauer Strompfeiler aus gerechnet):

über dem rechten Widerlager

durch Verkehrslast $\triangle l_q = + 10,5$ mm

durch Wärmewechsel $\triangle l_t = + 26,5$ „

größte Bewegung vorwärts $L_v = + 37,0$ mm

größte Bewegung rückwärts $L_r = - 26,5$ „

über dem linken Strompfeiler:

$\triangle l_q = + 14,0$ mm

$\triangle l_t = + 35,0$ „

$L_v = + 49,0$ mm

$L_r = - 35,0$ „

über dem linken (Eiswerder) Widerlager:

$\triangle l_q = + 23,0$ mm

$\triangle l_t = - 61,5$ „

$L_v = + 84,5$ mm

$L_r = - 61,5$ „

schnitte der Hauptträger.

65,870—4,705 m Stützweite. *b* = Größte Spannkraft aus Eigengewicht, Verkehrslast, Wind und Wärme.

Diagonalen

Stab	Spannkraft a	Spannkraft b	Querschnitt
0—1	+ 51,4	+ 53,4	4L 120 · 80 · 10
1—2	+ 66,5	+ 70,1	4L 120 · 80 · 10
2—3	+ 78,6	+ 84,6	4L 120 · 80 · 12
3—4	+ 89,2	+ 96,0	4L 120 · 80 · 14
4—5	+ 92,1	+ 99,1	4L 120 · 80 · 14
5—6	+ 73,9	+ 76,9	4L 120 · 80 · 12
6—7	— 80,9	— 82,7	4L 120 · 80 · 10 + 2 — 260 · 11
7—8	+ 83,8	+ 90,2	} 4L 120 · 80 · 13
8—9	+ 85,7	+ 91,7	} 4L 120 · 80 · 13
9—10	+ 81,0	+ 87,0	} 4L 120 · 80 · 13
10—11	+ 71,4	+ 76,6	4L 120 · 80 · 11
11—12	+ 63,5	+ 67,5	4L 120 · 80 · 10
12—13	+ 49,0	+ 51,4	4L 120 · 80 · 10

Vertikalen

Stab	Spannkraft a	Spannkraft b	Querschnitt
0	— 39,9	— 41,4	1 — 290 · 10 + 4L 90 · 12 + 4 — 230 · 11
1	— 40,5	— 43,3	1 — 290 · 8 + 4L 65 · 80 · 10 + 2 — 190 · 11
2	— 39,7	— 42,9	1 — 290 · 8 + 4L 65 · 100 · 9
3	— 37,2	— 41,2	} 1 — 290 · 8 + 4L 80 · 65 · 9
4	— 31,4	— 34,4	} 1 — 290 · 8 + 4L 80 · 65 · 9
5	— 32,8	— 34,8	} 1 — 290 · 8 + 4L 80 · 65 · 9
6	— 26,3	— 26,4	} 1 — 290 · 8 + 4L 80 · 65 · 9
7	+ 1,9	+ 3,0	} 1 — 290 · 8 + 4L 80 · 65 · 9
8	— 25,1	— 27,3	} 1 — 290 · 8 + 4L 80 · 65 · 9
9	— 37,6	— 41,0	} 1 — 290 · 8 + 4L 80 · 65 · 9
10	— 39,0	— 43,0	1 — 290 · 8 + 4L 65 · 100 · 9
11	— 41,9	— 45,9	1 — 290 · 8 + 4L 65 · 80 · 10 + 2 — 195 · 11
12	— 44,1	— 47,5	1 — 290 · 8 + 4L 65 · 100 · 10 + 2 — 225 · 11
13	— 45,0	— 45,0	1 — 290 · 8 + 4L 78,5 · 104,5 · 11 + 2 — 270 · 11

Stützweite bezw. 84,690 m Länge.

Diagonalen

Stab	Spannkraft a	Spannkraft b	Querschnitt
13—14	+ 160,6	+ 166,8	2[$\frac{300 \cdot 102}{12 \cdot 16}$ + 2 — 300 · 12
14—15	+ 194,1	+ 203,1	4L 80 · 80 · 13 + 4 — 350 · 12
15—16	+ 58,8	+ 60,8	4L 120 · 80 · 10
16—17	+ 71,6	+ 74,6	4L 120 · 80 · 12
17—18	+ 80,4	+ 85,4	4L 120 · 80 · 13
18—19	+ 89,5	+ 95,5	4L 120 · 80 · 14
19—20	+ 104,1	+ 110,1	4L 104,5 · 78,5 · 10 + 2 — 240 · 12
20—21	+ 107,4	+ 112,9	4L 104,5 · 78,5 · 11 + 2 — 240 · 12
21—22	+ 93,6	+ 95,6	4L 104,5 · 78,5 · 10 + 2 — 240 · 12

Vertikalen

Stab	Spannkraft a	Spannkraft b	Querschnitt
14	—	—	1 — 310 · 16 + 4L 90 · 90 · 12 + 6 — 550 · 12 + 4L 80 · 80 · 12
15	— 48,2	— 49,2	1 — 310 · 10 + 4L 120 · 80 · 10 + 2 — 260 · 12
16	— 45,7	— 48,7	1 — 310 · 8 + 4L 100 · 65 · 10 + 2 — 220 · 12
17	— 49,9	— 53,4	1 — 310 · 8 + 4L 80 · 65 · 10 + 2 — 205 · 12
18	— 47,9	— 51,9	1 — 310 · 8 + 4L 80 · 65 · 9 + 2 — 180 · 9
19	— 43,8	— 47,3	1 — 310 · 8 + 4L 80 · 65 · 12
20	— 42,1	— 45,1	} 1 — 310 · 8 + 4L 80 · 65 · 9
21	+ 32,8	+ 34,5	} 1 — 310 · 8 + 4L 80 · 65 · 9
22	+ 14,0	+ 14,2	} 1 — 310 · 8 + 4L 80 · 65 · 9

Die einmaligen Bewegungen der Stützpunkte infolge der ständigen Last wurden durch entsprechende Stellungen der Rollensätze vor dem Losschlagen der einzelnen Brückenöffnungen berücksichtigt. Bemerkt sei hierbei, daß die Pendel der Rollensätze so eingestellt sind, daß sie in der Mitte ihrer Gesamtabwicklung senkrecht stehen; sie stehen also nicht senkrecht bei der angenommenen mittleren Temperatur von + 10° C.

Die Ausgleichsvorrichtungen der Fahrbahntafel. Fahrbahnunterbrechungen waren bei diesem Bauwerk anzuordnen in erster Linie über beiden Widerlagern bei den Übergängen aufs Land, wo die Einflüsse auf die Gesamtlänge der Brücke, und ferner über den Knotenpunkten 12 u. 16 bezw. 12′ u. 16′, wo die hier auftretenden kleineren Bewegungen der eingehängten freischwebenden Fahrbahnabschnitte zum Ausgleiche kommen müssen.

Wie schon im vorigen Absatz über die beweglichen Auflager gesagt, treten am Spandauer Widerlager Bewegungen von $\frac{+37}{-26{,}5}$ mm, am Eiswerder Widerlager solche von $\frac{+84{,}5}{-61{,}5}$ mm auf, also in einem solchen Umfange, daß besondere Ausgleichsvorrichtungen unbedingt notwendig wurden. Diese sind in Abb. 3 Bl. 12 dargestellt und ohne weiteres verständlich.

Bei den Punkten 12 u. 16 (12′ u. 16′) betragen die Bewegungen nur 4,7 bezw. 6,3 mm. Es wurde deshalb an diesen Stellen nur die Betonbettung unterbrochen, während die Holzpflasterung der Straße und der Plattenbelag der Fußwege ununterbrochen durchgeführt wurden. Der Spalt im Beton wurde durch ein lose eingelegtes T-Eisen überdeckt (Abb. 14 Bl. 12), während bei den Fußwegen Gleitplatten zwischen die den Spalt begrenzenden Belageisen eingeschoben wurden.

Schließlich sei hier noch wiederholt erwähnt, daß die stromseitigen Spitzen der oberen Windverbände der seitlichen Überbauten in den oberen Querriegeln der Portale über den Strompfeilern gemäß Abb. 7 u. 9 Bl. 12, wie auch die entsprechenden Endstücke 13 bis 14 der Obergurte an den Knotenpunkten 14 oben nach Abb. 1 Bl. 14 längsbeweglich gelagert sind und eine Beweglichkeit von 5 mm zulassen.

Entwässerung. Die Abführung des Regenwassers erfolgt in offenen, durch Bordsteine und Pflasterung gebildete seitliche Rinnen, in welche nicht nur die Fahrstraße, sondern auch die zu diesem Zwecke nach innen geneigten Fußwege entwässern. Die gußeisernen Abfallrohre, durch welche das Tagewasser unmittelbar in die Havel abläuft, sind in die Bordsteine eingebunden.

Gerüste und Aufstellungsarbeiten. Die Gerüste machten im allgemeinen wegen des mächtigen moorigen Untergrundes, und die dadurch bedingte große Länge der Rammpfähle (bis zu 23 m), wie schon eingangs erwähnt, nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Das Aufstellungsgerüst für die Mittelöffnung ist in Abb. 1 Bl. 13 und Text-Abb. 8 (S. 91) dargestellt. Hier erreichte der größte Pfahldruck die Höhe von etwa 15000 kg. Die für den Schiffsverkehr offen zu haltenden Durchlässe sind in diesem Falle durch I-Eisen überdeckt.

V. Schlußwort.

Die Schüttung der Brückenrampen, welche im Anschluß an die Fertigstellung des Brückenbaues angelegt wurden,

erforderte rd. 4500 cbm Boden, welcher zum größten Teil den Festungswällen Spandaus entnommen wurde. Der 5,5 m breite Fahrdamm hat Reihenpflaster aus rechteckigen Granitsteinen erhalten, während die beiderseitigen je 3 m breiten Fußwege mit Mosaiksteinen abgepflastert sind.

Von den mehrfachen sonstigen Nebenanlagen seien nur die in den Seitenöffnungen der Brücke angeordneten Leitwerke erwähnt. Diese sollen Schiffen, welche bei hohem Wasser zu nahe an die Ufer treiben würden und sich alsdann unter der nach dem Lande zu fallenden Brücke leicht festklemmen könnten, ein möglichst bequemes Durchfahren der Brückenstelle ermöglichen. Die allgemeine Anordnung der Leitwerke ist aus dem Lageplan (Text-Abb. 3 S. 67/68) ersichtlich.

2 Jahre vorgesehen waren. — Von den sonstigen beim Brückenbau beschäftigten Unternehmern sind noch neben den bereits erwähnten Firmen, der Gesellschaft Harkort in Duisburg und der Tiefbaufirma R. Schneider in Berlin, welcher letzteren auch die Herstellung der Dalben und Leitwerke übertragen werden konnte, zu nennen die Firma Heinrich Freese in Berlin und die Zementstein-Fabrik Komet in Grabow, von denen die erstere die Holzpflasterung und Betonunterbettung der Brückenfahrbahn auszuführen hatte, während letztere mit der Herstellung des Fußwegbelages aus ihren unter Wasserdruck hergestellten Kunstgranitfliesen auf Betonunterbettung beauftragt war. — Die Eröffnung der Brücke ist nach Fertigstellung der Portal-Ausschmückungen, Rampen,



Abb. 8. Aufstellungsgerüst für die Mittelöffnung.

Für die zum Schutz der Strompfeiler eingerammten dreiteiligen Dalben mußten wegen der an diesen Stellen sehr ungünstigen Bodenverhältnisse Pfähle bis 25 m Länge verwendet werden.

Der Verlauf des gesamten Brückenbaues hat sich äußerst günstig gestaltet; ohne nennenswerte Störungen oder Unfälle sind alle Arbeiten trotz der ungewöhnlichen Schwierigkeiten glücklich zu Ende geführt worden. Der erste Pfahl für das Pfeilergerüst am rechtsseitigen Strompfeiler wurde am 15. August 1901 geschlagen, während mit Vollendung der Eisenkonstruktionen am 15. Mai 1903 die Brücke im Sinne des abgeschlossenen Vertrages bis auf einige kleinere Restarbeiten als fertiggestellt angesehen werden konnte. Die gesamte Bauzeit betrug sonach 1³/₄ Jahre, während im Vertrage

Pflasterungen und der übrigen Nebenanlagen am 1. Oktober 1903 erfolgt.

Die Kosten für das gesamte Bauwerk einschließlich aller Nebenanlagen betragen ausschließlich der Bauleitungskosten 675 000 ℳ von denen etwa 42 000 ℳ auf die vollständige Herstellung der Rampen, Uferböschungen und Leitwerke entfallen, während etwa 605 000 ℳ für die Pfeiler, den eisernen Überbau nebst Ausschmückung, den Brückenbelag und die Beleuchtungsanlage der Brücke aufgewendet wurden.

Die Ausführung des Gesamtwerkes erfolgte unter der Oberleitung des zuständigen Baubeamten, Garnison-Bauinspektors Richter, dem als örtlichen Bauleiter Regierungs-Baumeister Neubert zur Seite stand.

Der Hafen von Rendsburg.

(Mit Abbildungen auf Blatt 15 u. 16 im Atlas.)

Geschichtliches.

Die Stadt Rendsburg liegt etwa 130 km oberhalb der Einmündung der Eider in die Nordsee an der Stelle, wo der Fluß die von ihm in seinem oberen Laufe durchströmten diluvialen Gebiete verläßt und in das alluviale Untereidertal eintritt. Wann die Stadt entstanden ist, darüber liegen keine urkundlichen Nachrichten vor, in Übereinstimmung mit älteren Schriftstellern wird man jedoch annehmen können, daß die günstigen örtlichen Verhältnisse zunächst einen der Herren des Landes zur Anlegung einer Burg veranlaßten, in deren

Schutz sich dann eine allmählich an Bedeutung zunehmende Ansiedlung gebildet hat. Ob der Erbauer der Burg ein Graf Reinhold gewesen und nach ihm die Stadt noch heute ihren Namen trägt, das mag dahingestellt bleiben, jedenfalls bedurfte es verhältnismäßig geringer Arbeiten, um die Burg gegen feindliche Angriffe zu sichern.

Der älteste Teil der Stadt, die Altstadt, liegt heute auf einer schmalen, im Mittel etwa 400 m breiten Landzunge, die zwei seeartige Erweiterungen der Eider derartig voneinander trennt, daß die Ebbe- und Flutbewegung der Untereider sich nicht nach der Obereider fortsetzen kann. Zu der Zeit, als Rendsburg entstand, muß diese Landzunge mindestens von einem Wasserlauf durchzogen worden sein, denn die von der Obereider herbeigeführten Wassermengen bedurften eines Abflusses. Wahrscheinlich waren mehrere Abflüsse vorhanden, so daß die heutige Landzunge früher aus mehreren Inseln bestand. Diese Wasserläufe müssen zusammen einen nicht unbeträchtlichen Querschnitt gehabt haben. Oberhalb Rendsburgs bildet die Eider nämlich drei durch kurze Flußstrecken miteinander verbundene Seen: die Obereider, den Audorfer See und den Schirnauer See. Die Untereider steht bis Rendsburg hinauf unter der Einwirkung von Ebbe und Flut, und zwar beträgt der Flutwechsel bei Rendsburg jetzt rund 1,20 m. Wenn sich der Flutwechsel zurzeit der Entstehung Rendsburgs ungehindert bis in die von der Obereider gebildeten Seen erstrecken konnte — und es liegt kein Grund vor, hieran zu zweifeln —, so mußten bei jeder Ebbe und bei jeder Flut beträchtliche Wassermengen durch die die jetzige Landzunge durchziehenden Wasserläufe strömen und diese verhältnismäßig breit und tief erhalten. Trotzdem müssen diese offenen Verbindungen zwischen Unter- und Obereider bald nach der Entstehung Rendsburgs aufgehoben worden sein, denn bereits im Jahre 1304 wird bei den holsteinischen Landesteilungen einer in Rendsburg gelegenen landesherrlichen Kornwassermühle gedacht. Damals also schon müssen Anlagen bestanden haben, durch die der Wasserspiegel in der Obereider angestaut wurde.

Wie das alte Rendsburg ausgesehen hat und welche Ausdehnung es gehabt, darüber besitzen wir keine zuverlässigen Nachrichten, und aus den spärlichen Mitteilungen läßt sich um so schwerer ein Bild von den jeweiligen Zuständen der Stadt gewinnen, als die Befestigungen des Ortes vielfachen Änderungen unterlegen haben, die auf die Verteilung von Wasser und Land im Weichbilde der Stadt und ihrer näheren Umgebung von einschneidendem Einfluß sein mußten. Rendsburg lag an der wichtigsten, von Holstein nach Schleswig führenden Heerstraße und bot auf längere Strecken der Eider den einzigen bequemen Übergang über den Fluß. Infolgedessen war sein Besitz während der vielfachen Kämpfe im Lande für die jeweiligen Gegner von großer Wichtigkeit, und wer die Feste besaß oder gewonnen hatte, wollte sie sich durch Verstärkung ihrer Befestigungseinrichtungen sichern.

Die Abb. 2 Bl. 15 zeigt den ältesten Lageplan, den wir von Rendsburg und seiner näheren Umgebung besitzen. Der Plan ist dem im Jahre 1652 in Husum erschienenen, von Johann Mejer und Kaspar Danckwerth verfaßten Werke: „Neue Landesbeschreibung der zwei Herzogtümer Schleswig und Holstein“ entnommen. Er zeigt, daß sich Rendsburg im Jahre 1645 nur über eine zwischen dem Neddersee (Niedersee) und dem Baversee (Obersee) liegende und von zwei weiteren, vielleicht künstlichen Wasserläufen durchzogene Insel, die durch Dammbauten sowohl von Schleswig als auch von Holstein her zugänglich gemacht war, erstreckte. Danckwerth und Mejer geben jedoch an, daß nördlich der Eider eine große Vorstadt Vindeshier gelegen habe, die während der Kämpfe in der ersten Hälfte der vierziger Jahre des siebzehnten Jahrhunderts vollständig zerstört, bis zum Erscheinen ihres Werkes aber wieder aufgebaut worden sei. Die Bierbrauerei und der Holzhandel haben damals die Stadt ernährt, aber auch ihre Lage an der großen, den Norden und den Süden der jütischen Halbinsel miteinander verbindenden Heerstraße hat ihr viele Einnahmen zugeführt. Daß Rendsburg an der Seeschiffahrt lebhaften Anteil genommen hat, davon erwähnen die Verfasser nichts, und deshalb darf wohl angenommen werden, daß eine auf einem älteren Schaubilde der Stadt befindliche Bemerkung, man könne von Rendsburg nach Spanien, Frankreich, England und dem unteren Deutschland segeln, mehr auf diese Möglichkeit hinweisen sollte, als von Handelsbeziehungen zwischen Rendsburg und diesen Ländern sprechen wollte.

In späterer Zeit dehnte sich Rendsburg immer mehr aus, und auf dem südlichen, dem holsteinischen Ufer der Eider entstand hinter den daselbst angelegten Festungswerken ein vollständig neuer Stadtteil, der die auf den Eiderinseln gelegene Altstadt allmählich an Ausdehnung übertraf. Damit verminderten sich zwar die Eingriffe, die zur Sicherung des Platzes gegen feindliche Angriffe in die örtlichen Verhältnisse der Altstadt und der sie umgebenden und durchziehenden Wasserflächen gemacht wurden, sie hörten jedoch keineswegs auf, dauerten vielmehr noch bis in die fünfziger Jahre dieses Jahrhunderts fort, wo dann endlich Rendsburg als Festung aufgegeben wurde.

Den häufigen Umbauten entsprechend, die an den Befestigungen Rendsburgs vorgenommen wurden, müssen auch die Lösch- und Ladeplätze bei der Stadt vielfache Umänderungen und Verlegungen erfahren haben. Wir haben hierüber keine zuverlässigen Nachrichten, dürfen aber wohl annehmen, daß bei dem geringen Verkehr und den niedrigen Anforderungen, die in früherer Zeit an die Schnelligkeit der Ent- und Beladung der Schiffe gestellt wurden, die Lösch- und Ladegelegenheiten der Stadt nur einfachster Art gewesen sind. Da die Eider bei Rendsburg abgedämmt war, so mußten an der Ober- und der Untereider besondere Hafenanlagen vorhanden sein, und der Durchgangsverkehr konnte sich nur derart vollziehen, daß die Güter auf einem Schiff ausgeladen, durch die Stadt hindurchgefahren und in das zweite Schiff wieder eingeladen wurden. In dieser Beziehung trat durch die Herstellung des Schleswig-Holsteinischen Kanals — auch Eiderkanal genannt — eine einschneidende Änderung ein, durch die Rendsburg zugleich mit der Ostsee in schiffbare Verbindung gebracht wurde.

Dieser, in den Jahren 1777 bis 1784 erbaute Kanal verband die Untereider bei Rendsburg mit der Kieler Föhrde, also der Ostsee, und hatte solche Abmessungen, daß er der überaus großen Mehrzahl der damals zwischen der Nordsee und der Ostsee verkehrenden Schiffe die Durchfahrt gestattete und die Schiffe von der Notwendigkeit befreite, den langen

und gefährlichen Weg um die jütische Halbinsel herum zurücklegen zu müssen. Von der Kieler Bucht ausgehend stieg der Kanal im Tal der Levensau mit drei Schleusen bis zu seiner Scheitelhaltung auf, deren Wasserspiegel fast genau 7 m über dem mittleren Wasserstande der Ostsee lag. Von dem westlichen Ende der Scheitelhaltung führten zwei Schleusen herab zu den Obereiderseen, deren Wasserspiegel rund 2,70 m über dem Ostseewasserspiegel oder 2,47 m über Normal-Null lag, und eine dritte Schleuse wurde bei Rendsburg zur Verbindung der Untereider und der Obereider angelegt.

Die Untereider ist — wie oben bereits erwähnt worden ist — der Einwirkung von Ebbe und Flut unterworfen. Das höchste bisher beobachtete Hochwasser ist bis zur Höhe + 2,20 N.N. angestiegen, das niedrigste bekannte Niedrigwasser bis — 1,70 N.N. abgefallen, das mittlere Hochwasser lag vor Erbauung des Kaiser Wilhelm-Kanals auf + 0,88 N.N. und das mittlere Niedrigwasser auf — 0,13 N.N. Der Wasserstandsunterschied zwischen den Obereiderseen und der Untereider betrug also im Mittel bei Hochwasser rund 1,60 m und bei Niedrigwasser rund 2,60 m, er hat sich aber in je einem Ausnahmefall bis auf 0,27 m vermindert und bis auf 4,17 m erhöht. Die zur Überwindung dieses Gefälles angelegte Schleuse hatte dieselben Abmessungen wie die übrigen Kammerschleusen des Kanals, nämlich 35 m Nutzlänge, 7,8 m lichte Weite und 3,5 m Wassertiefe. In Verbindung mit dem Kanalbau wurde auch eine Vertiefung der zunächst unterhalb Rendsburgs liegenden, rund 17 km langen Strecke der Untereider bis Breiholz vorgenommen, so daß Rendsburg nach Fertigstellung aller Arbeiten sowohl von der Nordsee als auch von der Ostsee her für Schiffe bis etwa 3 m Tiefgang zugänglich war.

Auf der neuen Wasserstraße entwickelte sich recht bald ein ziemlich lebhafter Verkehr und die zugleich mit dem Kanalbau in der Nähe der Schleuse angelegten Lösch- und Ladeplätze wurden vielfach benutzt. Sie erwiesen sich sogar im Laufe der Zeit nicht als ausreichend für die Bedürfnisse, und so entstanden an den Wasserflächen, die teils von der Untereider, teils von der Obereider her in die Stadt hineinreichen, mehrfach weitere Schiffsanlegestellen. Die Abb. 2 Bl. 16 zeigt Rendsburg und die Wasserflächen der Ober- und Untereider vor der in den letzten Jahren durch die Herstellung des Kaiser Wilhelm-Kanals herbeigeführten großen Veränderung; dabei sind die für Lösch- und Ladezwecke benutzten Uferstrecken durch starke schwarze Linien kenntlich gemacht. Sämtliche Löschstellen erlaubten nur kleineren Schiffen das Anlegen, und nirgendwo waren Vorrichtungen vorhanden, durch die das Ent- und Beladen der Schiffe beschleunigt wurde. Die in der Nähe der Schleuse am nordwestlichen Ende der Altstadt gelegenen Umschlagsplätze, welche dem öffentlichen Verkehr dienten, waren mit Zollpackhäusern ausgestattet.

Die Anlage des Kaiser Wilhelm-Kanals hatte insofern für die örtlichen Verhältnisse Rendsburgs eine ganz besondere Bedeutung als der Wasserspiegel der Obereider infolge des Kanalbaues um rund 2,70 m, das ist bis auf den Ostseewasserspiegel, gesenkt wurde. Der Kaiser Wilhelm-Kanal durchzieht zwei der von der Obereider gebildeten Seen, den Schirnauer See und den Audorfer See, und läuft, den Audorfer See in etwa 3 km Entfernung von Rendsburg verlassend südlich von der Stadt in etwa 1,5 km Abstand von der Mitte der Altstadt nach Westen weiter (Abb. 1 Bl. 16). An seiner Einmündung in die Kieler Föhrde bei Holtenau steht der Kanal mit der Ostsee zumeist in offener Verbindung, nur bei einem Ansteigen oder Abfallen des Ostseewasserspiegels um mehr als 0,50 m gegenüber dem mittleren Wasserstande wird diese Verbindung aufgehoben. Infolgedessen muß sich auch in dem östlichen Teil des Kanals und den von diesem durchzogenen Obereiderseen der mittlere Wasserstand auf die Höhe des mittleren Ostseewasserstandes einstellen, und das hatte für Rendsburg, abgesehen von dem Fortfall der Wasserkraft, die bisher von mehreren Gewerbetreibenden ausgenutzt worden war und ihnen durch die Kanalbehörde entschädigt werden mußte, in mehrfacher Beziehung Bedeutung. Von diesen Beziehungen seien hier nur diejenigen hervorgehoben, die mit den Schiffahrtsverhältnissen Rendsburgs in Zusammenhang stehen. Es wurden alle an der Obereider und an der von der Obereider nach der Stadt hineinführenden Wasserflächen liegenden Lösch- und Ladestellen unbenutzbar, und die zwischen der Untereider und der Obereider liegende Schleuse entsprach nicht mehr den veränderten Wasserstandsverhältnissen.

Zur Abstellung der aus der Senkung des Obereiderwasserspiegels sich für Rendsburg ergebenden Nachteile mußten kostspielige Maßnahmen ergriffen werden, und es erschien zweckmäßig, dieselben zugleich so zu treffen, daß die Stadt eine erhebliche Verbesserung ihrer Schiffahrtsverhältnisse erfuhr. Nach längeren Verhandlungen zwischen dem Deutschen Reiche, als Bauherrn des Kaiser Wilhelm-Kanals, dem Staate Preußen, als Besitzer eines großen Teiles der Hafenanlagen an der Obereider, und der Stadt Rendsburg kam eine Einigung dahin zustande, daß das Deutsche Reich als Ersatz für die alte, unbenutzbar werdende Schiffahrtsschleuse bei Rendsburg eine neue Kammerschleuse mit erheblich vergrößerten Abmessungen, nämlich 68 m Nutzlänge, 12 m lichter Weite und 5,27 m Wassertiefe über den Drempeln bei mittlerem Wasserstande, herstellte, ferner das Fahrwasser von dem Kaiser Wilhelm-Kanal nach der Stadt und der Schleuse für Schiffe von 5 m Tiefgang ausbaggerte und drittens einen Beitrag in Höhe von 110168 ℳ zu den dem preußischen Staat durch die Schaffung neuer Hafen- und Bauhofanlagen entstehenden Kosten leistete. Der preußische Staat übernahm die Herstellung der neuen Hafenanlagen, die einschließlich der Kosten für die Verlegung und Erweiterung des in Rendsburg bestehenden Bauhofes unter der Voraussetzung der unentgeltlichen Hergabe des für diese Anlagen erforderlichen Grund und Bodens durch die Stadt zu insgesamt 313360 ℳ veranschlagt wurden. Der Stadt Rendsburg, der durch die Anlage des Kaiser Wilhelm-Kanals sehr erhebliche, allerdings auch zur Verbesserung der städtischen Verhältnisse wesentlich beitragende Aufgaben erwuchsen, die teilweise aus einer 300000 ℳ betragenden, von der Kanalbaubehörde gezahlten Entschädigung gedeckt wurden, wurde außer der Hergabe des Grund und Bodens für die neuen Hafenanlagen und den neuen Bauhof eine Beteiligung an der Aufbringung der für die neuen Hafenanlagen erforderlichen Geldmittel nicht zugemutet.

Lösch- und Ladeplätze an der Untereider. Über die von dem Deutschen Reich bei Rendsburg hergestellten Anlagen sind in der Veröffentlichung über den Bau des Kaiser Wilhelm-Kanals und zwar im Jahrgang 1898 dieser Zeit-

schrift auf Seite 41 ff. eingehende Mitteilungen gemacht worden, auf die hier verwiesen werden kann. Erwähnt ist in dieser Veröffentlichung jedoch nicht, daß die seit der Erbauung des Schleswig-Holsteinischen Kanals bestehenden, in der Untereider bei der alten Schleuse gelegenen Hafenanlagen infolge des Fortfalles dieser und der Anlage der neuen Schleuse eine Erweiterung erfahren haben. Wie aus dem Lageplan Abb. 3 Bl. 16 zu ersehen ist, befindet sich jetzt westlich von der Schleuse an dem Nordufer der Untereider eine Schiffsanlegestelle von rund 138 m Länge. Der nördliche, mit *bcd* bezeichnete Teil des Ufers wird von einer massiven Hafenmauer, die zum Schutz für die anlegenden Schiffe mit Reibhölzern ausgestattet ist, begrenzt. Die mit *ab* bezeichnete, 21 m lange Ufereinfassung besteht aus einer mit Steinen abgepflasterten Uferabschrägung und einer auf dieser Abschrägung hergestellten hölzernen Ladebrücke von 3,15 m Länge. Das südliche Ufer der Untereider ist in gleicher Weise wie der Hauptteil des nördlichen Ufers mit einer massiven Mauer eingefaßt. Die Wassertiefe vor dieser Mauer ist aber zu gering, als daß Schiffe unmittelbar an die Mauer anlegen könnten, es sind deshalb drei, in Abb. 3 Bl. 16 mit *e*, *f* und *g* bezeichnete hölzerne Löschbrücken vor dieselbe derart vorgebaut, daß die Wassertiefe an den Brücken bei Hochwasser 2,50 bis 3 m und in Schiffsbreite von den Brücken entfernt 3 bis 3,80 m beträgt. Die östlichste dieser Brücken ist bei der Herstellung der neuen Kammerschleuse für Bauzwecke angelegt worden, die mittlere Brücke gehört einem Privatmann und die westliche ist im Jahre 1894 auf Staatskosten erbaut worden. Der hinter diesen Brücken liegende Platz gehört dem Staate, der ihn an verschiedene Gewerbetreibende Rendsburgs verpachtet hat. In nächster Nähe der Schleuse, an der mit *h* bezeichneten Stelle befindet sich eine der Aktiengesellschaft „Neue Dampfer-Kompagnie Kiel" gehörige, mit einer Wartehalle und einem Güterschuppen verbundene Brücke. Sie dient als Anlegebrücke für die den regelmäßigen Personen- und Güterverkehr auf der Untereider bis Pahlhude vermittelnden Dampfer dieser Gesellschaft. Weitere Lösch- und Ladestellen sind an der Untereider nicht vorhanden, so daß nunmehr zur Erörterung der an der Obereider geschaffenen Anlagen übergegangen werden kann.

Bauhof. Die neue Schleuse ist auf einer zwischen der alten Schleuse und der Rendsburger Altstadt gelegenen Geländefläche erbaut worden, die bis dahin teilweise einen von der preußischen Wasserbauverwaltung benutzten Bauhof nebst zugehöriger Hellingsanlage aufgenommen hatte. Der Bauhof und die Hellinge mußte infolgedessen verlegt werden, sie wurden auf der in Abb. 3 Bl. 16 ersichtlichen Stelle neu erbaut. Das dortige Gelände war der Obereider durch Anschüttung der aus der Schleusenbaugrube und dem oberen und unteren Schleusenkanal unter Wasserhaltung ausgehobenen Bodenmassen abgewonnen worden. Der Bauhof enthält zwei Hellinge, einen Materialienschuppen, eine Schmiede und Schlosserei sowie einen Winterhafen für die in Rendsburg befindlichen, dem Staate gehörigen Schiffsgefäße, nämlich einen Dampfbagger mit dem Zubehör an Prahmen und Booten und einen Dampfer, der teils zu Schleppzwecken benutzt wird, teils dem Lotsenkommandeur in Rendsburg als Dienstfahrzeug dient.

Jeder der beiden Hellinge hat drei Gleitbahnen, die im oberen Teil 1 : 12, im unteren 1 : 6 geneigt sind. Jede Gleitbahn besteht aus zwei übereinandergelegten kiefernen Längsbalken, die sich auf Querholme stützen, die von 25 cm starken kiefernen Rammpfählen getragen werden. In die oberen Längsbalken ist die Gleitbahn für die Schlitten eingearbeitet. Für den einen Helling ist ein Schlitten aus scharfkantigem Eichenholz zum Aufziehen der glattbodigen Bagger und Prahme beschafft worden, der andere Helling ist mit einzelnen Schlittenkufen ausgerüstet worden, weil hier die scharf gebauten Schiffe aufgezogen werden sollen. Die ganze Breite der Hellinganlage ist in der Höhe der wechselnden Wasserstände mit Kopfsteinen abgepflastert, während die Hellingfläche oberhalb des höchsten Wasserstandes mit einer 30 cm starken Lage von Steinschlag und Kies abgedeckt ist.

Der ganz aus Holz hergestellte, mit Pappe eingedeckte Materialienschuppen enthält bei 24,20 m Länge und 8,74 m Breite vier getrennte Lagerräume und einen Arbeitsraum für die auf dem Bauhof beschäftigten Zimmerleute. Die Schmiede und Schlosserwerkstatt ist 12,93 m lang und 6,20 breit. Außer zwei Schmiedefeuern und einem Rootsgebläse enthält sie eine Leitspindeldrehbank, eine Säulenbohrmaschine, eine Wandbohrmaschine, eine Shapingmaschine, einen Schleifstein und zwei Feilbänke mit fünf Schraubstöcken. Als Betriebsmaschine dient ein Petroleummotor.

Außer diesem neu angelegten Bauhofe besteht noch ein älterer, der, an dem Eckernförder Weg gelegen, an das Grundstück, auf dem sich das Bureaugebäude der Wasserbauinspektion befindet, anstößt. Auf diesem Bauhofe befindet sich ein Materialiengebäude, in dem eine Wohnung für einen ständig auf dem Bauhofe beschäftigten Zimmermann eingerichtet ist. Das Bureaugebäude enthält außer den Diensträumen der Wasserbauverwaltung und des Lotsenkommandeurs eine Dienstwohnung für einen Bauschreiber.

Hafen an der Obereider. Die neue Hafenanlage liegt an der Obereider östlich von der Eisenbahnlinie, die von Neumünster über Rendsburg und Flensburg nordwärts führt, sie hat eine Länge von 382 m. Die wasserseitige Begrenzung der Lösch- und Ladeplätze wird auf 206 m Länge durch ein Bohlwerk, auf 176 m Länge durch abgepflasterte Böschungen gebildet. Die Wassertiefe vor dem Bohlwerk beträgt bei mittlerem Wasserstande eine Schiffsbreite von dem Bohlwerk entfernt 6 m, vor der abgepflasterten Böschung und zwar in 7 m Entfernung von der Oberkante derselben 3,50 m. Die Wasserstände in der Obereider schwanken zwischen 0,50 m über und 0,50 m unter dem mittleren Wasserstande, so daß sich die Tiefen vor dem Bohlwerk höchstens auf 5,50 m und vor der abgepflasterten Böschung höchstens auf 3 m vermindern können. Hinter dem Bohlwerk befindet sich eine 9,40 m breite, mit Kopfsteinen gepflasterte Ladestraße, die in der aus Abb. 3 Bl. 16 ersichtlichen Weise mit dem Straßennetz der Stadt Rendsburg in Verbindung gesetzt ist. Hinter der abgepflasterten Böschung ist nur eine chaussierte Straße hergestellt. Die Hafenanlage steht mit dem Bahnhof Rendsburg in Gleisverbindung. Der Höhenunterschied zwischen dem Bahnhof und dem Hafengelände wird durch eine 379 m lange Gefällestrecke von 1 : 80 Neigung überwunden, die Anordnung der Gleise auf dem Hafengebiet ist aus Abb. 3 Bl. 16 zu ersehen. Die Beleuchtung des Hafens erfolgt durch elektrische Glühlampen, die von dem städtischen Elektrizitätswerk mit Strom versorgt werden.

Das Bohlwerk besteht aus 9 m langen, 25 cm starken Spundpfählen, die in Höhe des mittleren Wasserstandes abgeschnitten und dort mit einer Saumschwelle versehen sind. Vor die Saumschwelle sind in Abständen von je 1,33 m Rundpfähle gerammt, die oben einen Holm tragen und als Unterstützung für die Bohlwerkbekleidung dienen. Diese Pfähle sind in Höhe der Saumschwellen mit 20 × 85 mm starken Flacheisenstäben nach hinten verankert. Die Anker mußten eine ungewöhnlich große Länge erhalten, weil das Hafengelände der Obereider durch Anschüttung abgewonnen ist. Die mittlere Länge der Anker beträgt 19 m. Vor jedem zweiten Bohlwerkspfahl ist ein Reibepfahl von 35 cm Durchmesser und 12,50 m Länge eingerammt. Die Oberkante des Bohlwerks liegt 1,63 m über dem mittleren Wasserstande.

Die abgepflasterte Böschung ist mit der Neigung 1 : 2 aus gespaltenen, roh bearbeiteten Findlingen auf einer Grandunterlage hergestellt.

Die Hafenanlage ist im Jahre 1896 in Benutzung genommen, im Jahre 1898 jedoch erst vollständig fertig geworden. Die anschlagsmäßigen Kosten sind nicht ganz aufgebraucht, so daß neuerdings die Beschaffung eines Krans in Aussicht genommen werden konnte. Der Bauhof und die Hellinge haben die dafür vorgesehenen Summen auch tatsächlich erfordert.

Am südlichen Ende des Lösch- und Ladeufers befindet sich eine zweite Anlegestelle der „Neuen Dampfer-Kompagnie Kiel". Die Anlegestelle ist im wesentlichen ebenso ausgebildet wie die an der Untereider und besteht wie diese aus einer Landebrücke, einem Güterschuppen und einer Wartehalle. Von hier aus gehen regelmäßig Dampfer nach dem jenseit der Obereider gelegenen Orte Karlshütte, sowie nach Kiel und Brunsbüttel.

Kreishafen am Kaiser Wilhelm-Kanal. Außer dieser dicht bei der Stadt Rendsburg gelegenen Hafenanlage ist südlich von der Stadt, etwa 1,5 km von der Mitte der Altstadt entfernt, am nördlichen Ufer des Kaiser Wilhelm-Kanals seitens des Landkreises Rendsburg ein Lösch- und Ladeplatz geschaffen worden (Abb. 3 Bl. 16). Auf 150 m Länge ist der Kaiser Wilhelm-Kanal auf der nördlichen Seite derartig um 37 m verbreitert worden, daß eine bei Mittelwasser 5,50 m tiefe Hafenfläche entstanden ist. An beiden Enden nimmt diese Fläche keilförmig an Breite ab. Gegen den Kanal wird der Hafen durch sieben, je aus vier Pfählen bestehende, in je 30 m Entfernung voneinander eingerammte Pfahlbündel abgegrenzt. Als Ufereinfassung der Lösch- und Ladestelle ist eine 150 m lange Mauer, die an beiden Enden wegen des Anschlusses an die Kanalböschungen in kleine Anschlußmauern übergeht, erbaut worden. Gegründet ist diese Mauer auf einem breiten hölzernen Pfahlrost, dessen Oberkante unter dem niedrigsten Kanalwasserstande liegt. Das Mauerwerk ist aus hart gebrannten Ziegelsteinen und Zementmörtel hergestellt, die Ansichtsflächen sind mit Klinkern verblendet, und eine 15 cm starke Granitplatte, deren Oberkante 2 m über dem mittleren Kanalwasserstande liegt, deckt die Mauer ab. Landseitig schließt sich an die Hafenmauer eine 10 m breite gepflasterte Ladestraße an, hinter derselben liegen die Lagerplätze. Von der Mitte der Ladestraße führt eine ebenfalls gepflasterte Verbindungsstraße von rund 260 m Länge zu der alten Kieler Landstraße, die die beiden Städte Kiel und Rendsburg miteinander verbindet und in solchem Zustande erhalten wird, daß sie jederzeit eine gute Zufahrt zu der Lösch- und Ladestelle bildet. Mit dem Bahnhofe in Rendsburg ist die Hafenanlage durch ein Vollspurgleis und ein Schmalspurgleis von 1 m Breite verbunden.

Die den Hafen gegen den Kaiser Wilhelm-Kanal abgrenzenden Pfahlbündel sind derartig gerammt, daß die lichte Weite zwischen den Pfahlbündeln und der Mauer 30 m beträgt. Es kann sonach sowohl an der Mauer als auch an den Pfahlbündeln je ein die volle Tiefe des Hafens ausnutzendes Schiff liegen, und es bleibt zwischen den beiden Schiffen noch Raum genug für die Durchfahrt eines kleineren Fahrzeuges. Da die Hafenmauer 150 m lang ist, können zwei der größten, für die Hafenanlage in Betracht kommenden Schiffe gleichzeitig an der Mauer liegen.

Für die Beaufsichtigung des Hafens ist vom Kreise Rendsburg ein Hafenmeister angestellt worden, dessen Dienstraum sich in einem an der oben erwähnten Verbindungsstraße erbauten Hause befindet. In diesem Gebäude ist auch ein für den Zolldienst bestimmter Raum vorgesehen.

Der Rendsburger Kreishafen gehört — streng genommen — nicht zu den Hafenanlagen der Stadt, er mußte hier jedoch erwähnt werden, weil er auch von Schiffen benutzt werden darf, die mit für die Stadt Rendsburg bestimmten Gütern beladen sind. Allerdings gilt hierfür die Beschränkung, daß diese Schiffe entweder den Kaiser Wilhelm-Kanal in seiner ganzen Länge befahren oder an der Einmündung desselben in die Elbe ein- oder ausgehen müssen. Für die Hafenanlagen bei der Stadt bestehen solche Einschränkungen nicht, daselbst können alle Schiffe, wo sie auch herkommen mögen und wohin sie auch fahren wollen, löschen und laden.

Zugänge zum Hafen. Den Zugang zu dem Rendsburger Hafen von der Ostsee her bildet der Kaiser Wilhelm-Kanal und vom Audorfer See an die von der Kanalbaubehörde ausgebaggerte, 5,50 m tiefe Fahrrinne. (S. den Übersichtsplan Abb. 1 Bl. 16.) Von der Nordsee kann man auf zwei Wegen zu Schiff nach Rendsburg gelangen, nämlich einmal durch den Kaiser Wilhelm-Kanal und zweitens auf der Untereider. Beide Wege sind für Schiffe, die von England und der Straße von Calais kommen, ungefähr gleich lang, die Fahrt auf der Untereider wird aber durch die in großer Zahl vorhandenen und teilweise sehr scharfen Krümmungen des Flußlaufes sehr erschwert, und überdies können nur Schiffe von höchstens 3,50 m Tiefgang bis nach Rendsburg hinauf gelangen. Danach hat die neue Rendsburger Schleuse eine übermäßig große Wassertiefe über den Drempeln, da sie bei mittlerem Wasserstande von Schiffen bis zu 5,27 m Tiefgang benutzt werden kann. Die Abmessungen dieser Schleusen wurden in Rücksicht auf eine etwa später durchzuführende Verbesserung der Untereider bestimmt.

Für die Ansegelung der Eider ist 8 bis 9 Seemeilen in westlicher Richtung von der Mündung des Flusses in die Nordsee ein Feuerschiff verlegt. Von hier aus nehmen die Schiffe, die die Eider ansegeln wollen, ihren Kurs nach Südosten und treffen dann in einer Entfernung von rund 6 Seemeilen auf die Ansegelungstonne der Eider und etwa zwei Meilen weiter auf eine rote Tonne, die außerhalb einer den Strom durchsetzenden Barre liegt. Zwischen dieser Barre und dem Festlande durchzieht die Eider ein ausgedehntes

Wattgebiet, und sie verlegt in demselben, begünstigt durch die leichte Beweglichkeit des feinen Sandes, aus dem die Watten bestehen, und infolge des Wechsels der Strömungen, die bis zu 1,50 m Geschwindigkeit in der Sekunde erreichen, sehr häufig ihr Bett. Infolgedessen muß die von der roten Tonne an beginnende, in Übereinstimmung mit den Beschlüssen des Bundesrats vom 7. Juli 1887 durchgeführte Bezeichnung des Fahrwassers mit Tonnen, Baken und Pricken besonders sorgfältig überwacht werden. Diese Fahrwasserbezeichnung setzt sich bis Rendsburg hinauf fort, und auch die Fahrrinne von der Obereider bei Rendsburg bis nach dem Audorfer See ist durch Treibbaken ausreichend bezeichnet.

Lotsenwesen. Eigentliche Hafenlotsen sind in Rendsburg nicht vorhanden. Die den Hafen auf dem Wege über den Kaiser Wilhelm-Kanal aufsuchenden Schiffe werden auf diesem von den Kaiserlichen Kanallotsen bis zur Einmündung der Obereider-Fahrrinne in den Kanal, also bis zum Audorfer See, gelotst und können dann ohne Lotsen bis Rendsburg weiter fahren. Schiffe, die von der Nordsee kommen und die Eider hinauffahren wollen, können sich in Tönning mit Lotsen versehen, die sie bis Rendsburg hinaufbringen. Lotsenzwang besteht jedoch nur für Dampfschiffe von mehr als 2,68 m Tiefgang oder mehr als 20 m Länge, während alle Segelschiffe ohne Lotsen fahren dürfen. Für solche Schiffe, die die Eider abwärts fahren wollen, steht in Rendsburg Lotsenpersonal zur Verfügung.

Hafenverwaltung. Die Unterhaltung der baulichen Anlagen der Lösch- und Ladestellen an der Unter- und Obereider mit Ausnahme der von Privatpersonen hergestellten Ladebrücken erfolgt auf Staatskosten. Für die Beaufsichtigung der Anlagen und die Aufrechterhaltung der Ordnung ist ein Hafenmeister angestellt, der dem Lotsenkommandeur in Rendsburg, der auch die Schiffahrts- und Hafenpolizei auf der Eider und in den Eiderhäfen auszuüben hat, unterstellt ist. Der Kreishafen wird von der Verwaltungsbehörde des Kaiser Wilhelm-Kanals auf Kosten des Landkreises Rendsburg unterhalten. Wie bereits früher erwähnt worden ist, ist für die Aufsichtsführung im Kreishafen ein eigener Hafenmeister bestellt.

Zollerhebung. Die Wahrnehmung und Überwachung des Zolldienstes geschieht durch ein Steueramt I. Klasse, dessen Hauptdienstgebände in der Nähe der Schiffahrtsschleuse gegenüber dem Bureau der Wasserbauverwaltung und des Lotsenkommandeurs liegt. Die Steuerbehörde zieht auch die Abgaben für die Benutzung der staatlichen Hafenanlagen ein. Außer dem zur Lösch- und Ladestelle am nördlichen Ufer der Untereider gehörigen, mit einer Wohnung für den Boten des Steueramtes versehenen Zollpackhause befindet sich noch eine Zollzwecken dienende Bude hinter dem Bohlwerk an der Obereider.

Reederei und Schiffahrt. Größere Reedereigeschäfte werden in Rendsburg nur von zwei Firmen betrieben, doch sind die denselben gehörigen Schiffe zumeist in Tönning oder Flensburg beheimatet. Nach dem Schiffsregister ist Rendsburg der Heimatshafen für 43 Segelschiffe mit 1826 Registertonnen Nettoraumgehalt, während es Dampfschiffe nicht aufzuweisen hat.

Der Schiffsverkehr im Rendsburger Hafen ist trotz der günstigen Lage der Stadt an einer von Osten nach Westen verlaufenden Wasserstraße und einer von Süden nach Norden führenden Eisenbahn verhältnismäßig unbedeutend. Seit der Inbetriebnahme des Kaiser Wilhelm-Kanals im Jahre 1895 und der Hafenanlagen an der Obereider im Jahre 1896 scheint jedoch der Seeschiffsverkehr einen lebhaften Aufschwung zu nehmen, während im Flußschiffsverkehr eine Steigerung nicht zu bemerken ist. Die nachfolgende Zusammenstellung gibt eine Übersicht über den Hafenverkehr in Rendsburg während der letzten zwanzig Jahre:

	Angekommene Schiffe						Abgegangene Schiffe					
	Im Seeverkehr				Im Flußverkehr		Im Seeverkehr				Im Flußverkehr	
	Schiffe		darunter Dampfer				Schiffe		darunter Dampfer			
	Zahl	Reg.-T.	Zahl	Reg.-T.	Zahl	Reg.-T	Zahl	Reg.-T.	Zahl	Reg.-T.	Zahl	Reg.-T.
1880	334	14 900	8	488	597	18 550	380	15 643	7	445	591	?
1881	193	9 333	4	398	575	17 731	172	8 184	5	444	573	?
1882	168	8 867	5	519	480	11 520	154	8 228	4	507	473	14 812
1883	142	7 736	8	899	576	18 165	146	7 520	7	767	559	17 641
1884	130	7 035	6	770	578	18 061	135	6 888	5	636	566	17 928
1885	110	5 603	4	302	619	20 701	112	5 348	3	168	601	20 481
1886	126	6 712	12	1 039	534	17 442	125	6 583	13	1 141	531	17 344
1887	148	10 618	31	4 986	620	20 496	151	10 694	29	4 845	611	20 360
1888	168	10 256	22	2 348	615	22 834	161	9 651	21	2 214	634	22 054
1889	168	9 874	13	1 057	678	24 620	155	9 103	10	1 032	688	25 664
1890	175	10 092	16	1 613	558	20 252	162	9 207	13	1 392	565	20 902
1891	270	14 207	12	1 376	713	24 879	231	12 487	12	1 294	684	27 160
1892	224	12 493	11	1 367	668	26 342	200	11 291	11	1 367	701	28 333
1893	178	9 974	11	959	756	28 482	119	6 448	9	609	789	31 320
1894	275	14 793	17	1 615	666	23 368	216	11 774	16	1 511	721	26 996
1895	202	20 627	35	9 836	634	23 907	134	15 054	27	7 558	699	28 085
1896	181	26 011	36	14 481	784	25 759	162	20 429	28	11 463	792	26 374
1897	185	28 170	39	16 753	708	22 183	123	22 567	32	14 516	752	25 841
1898	194	31 513	43	18 509	772	23 853	140	26 762	36	16 181	785	24 842
1899	172	29 014	47	18 437	755	23 363	123	24 751	45	17 272	746	24 381

Eingeführt werden zumeist Steinkohlen, Baumaterialien, Getreide, Futterstoffe, Petroleum, Roheisen und Holz.

Die Seehäfen von Neuvorpommern.

Vom Geheimen Baurat a. D. Wellmann und Wasserbauinspektor Sandmann in Steinau (Oder).

(Mit Abbildungen auf Blatt 17 und 18 im Atlas.)

Für die Entwicklung von Handel und Schiffahrt an der vielgegliederten Küste Neuvorpommerns ist die Stiftung des Hansabundes in dem Jahre 1241 von größter Bedeutung gewesen. Aus dieser Zeit stammen die Handelsplätze Barth, Stralsund, Greifswald und Wolgast, die bis auf die Gegenwart sich ihre Bedeutung bewahrt haben. Staatliche Fürsorge ist ihnen früher wenig zu Hilfe gekommen, denn die Hoheitsrechte wurden nacheinander von Dänen, Pommern, Schweden, und seit 1815 von Preußen ausgeübt. Erst zu preußischer Zeit erfolgte die Einrichtung der kleinen Zufluchtshäfen vor Grünschwade, Zicker, Greifswalder Oie und Saßnitz. Die beiden letzteren waren in erster Linie zum Schutze der Hochseefischerei gebaut; Saßnitz entwickelt sich jedoch in neuerer Zeit mehr und mehr zu einem Handelshafen (vgl. die Übersichtskarte Abb. 1 Bl. 18).

I. Die Häfen der Städte Barth, Stralsund, Greifswald und Wolgast.

1. Barth.

a) Geschichtliches. Die Stadt Barth, deren Gründung auf die Longobardenzeit zurückgeführt wird, und der schon im Jahre 1255 lübisches Recht verliehen wurde, hat sich in ihren Handelseinrichtungen verhältnismäßig spät entwickelt. Aus der Chronik ergibt sich, daß 1554 ein Bohlwerk für das Löschen der vom Darß kommenden Holzladungen, 1602 eine in tieferes Wasser reichende Ladebrücke für das Anlegen der Kornkähne erbaut und daß im Jahre 1734 das erste Seeschiff mit 104 t Ladefähigkeit fertiggestellt ist. Im Jahre 1797 ließ die Stadt einen Plan aufstellen, wonach die Ausfahrt nach See entweder durch den Prerowstrom oder durch eine Baggerrinne bis zur Gelleneinfahrt bei Barhöft geschaffen werden sollte. Dieser Plan ist der „schwedischen Regierung" 1807 eingereicht, aber abhanden gekommen. Im Jahre 1835 beabsichtigte Barth das im Jahre 1625 zwischen Müggenburg und Strannicke entstandene Tief auszubaggern. Eine von der Regierung angeordnete Prüfung der Hafenfrage führte dahin, die Ausbaggerung einer 2,9 m tiefen Fahrrinne zwischen dem Barther Bodden und der Gellenausfahrt in Aussicht zu stellen, falls die Stadt Barth ihren Hafen entsprechend tief ausbauen würde.

b) Der Entwurf für den Ausbau des Hafens und seine Ausführung. Der vom Hafenbauinspektor Starke in Swinemünde im Jahre 1845 aufgestellte, mit 57000 ℳ abschließende Entwurf (Abb. 3 Bl. 17) ging von der Annahme aus, daß 40 Schiffe gleichzeitig auf einer Fläche von 170 a Liegeplätze haben sollten. Zu diesem Zwecke wurden die Verlängerung der oben genannten 80 m langen alten Brücke um 22,6 m und die Herstellung eines westlich daran stoßenden 177 m langen Bohlwerks mit einem in nördlicher Richtung abzweigenden Flügel von 132 m Länge geplant. Die Brücke sollte gegen Stürme aus Osten, das Flügelbohlwerk gegen Stürme aus Westen Schutz gewähren. Eine Sicherung gegen Norden wurde wegen der vorliegenden Inseln und der Zähigkeit des Boddengrundes für überflüssig erachtet. Um den Eisschub aufzuhalten, sollten sechs Eisbrecher hergestellt werden. An Baggermassen waren 330850 cbm zu beseitigen.

Diese Arbeiten, ebenso wie die vom Fiskus übernommene Vertiefung der Hafeneinfahrt und der Zufahrtstraße von Barhöft durch die Grabow sind bis zum Jahre 1863 zur Ausführung gekommen. Bereits im Jahre 1866 zeigte sich, daß zur Verhinderung der Verschlammung der Liegeplätze dem Hafenbecken eine Schutzwand gegen Strömungen aus dem Bodden vorgelegt werden müsse. Die Stadt führte deshalb im Jahre 1872 die 100 m lange Mole aus (Text-Abb. 1). Der Grundbau hierzu wurde im Winter von der Eisdecke aus versenkt. Die Kosten für 1 m Molenlänge stellten sich ausschließlich der aus den städtischen Forsten entnommenen Hölzer und Faschinen auf 54,50 ℳ. Auch dieser Bau konnte die Verschlammung des Hafens nicht vollständig beseitigen, und so fühlte die Stadt sich veranlaßt, im Winter 1875 noch eine Mole von 70 m Länge in gleicher Bauart, aber anderer Richtung — punktierte Linie in Abb. 3 Bl. 17 — zur Ausführung zu bringen.

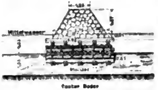


Abb. 1. Querschnitt der Mole. Barther Hafen.

Die Tiefe des Hafens war 2,50 bezw. 3 m (s. Lageplan Abb. 3 Bl. 17), wurde aber später auf 3,20 m bis 3,50 m vergrößert, und die Zufahrt zum Hafen vom Gellen her ebenfalls auf 3,20 m Tiefe gebracht. Die Länge der Bohlwerke beträgt zur Zeit etwa 250 m.

2. Stralsund.

a) Geschichtliches. Stralsund, von Jaromar I. als Festlandsburg auf einem von Wasser und sumpfigen Wiesen umgebenen Hügel am Strelasunde im Jahre 1209 angelegt, sollte vermutlich dem Übergange von dem Rügendorfe „Altefähre" nach dem Festlande als Stützpunkt dienen. Lübisches Recht erhielt Stralsund erst im Jahre 1293. Bei seiner günstigen Lage entwickelte es sich bald derart, daß es zeitweise Lübeck überflügelte.

Der Übergangsverkehr von Wasser zu Land gestaltete sich zunächst in der Weise, daß die Waren von den Seeschiffen in Leichterfahrzeuge und auf diesen an die vom Uferbohlwerk aus vorgeschobenen hölzernen Klappen (Anlandebrücken) gebracht wurden. Um größeren Schiffen das Anlegen am Ufer zu ermöglichen, verlängerte man später die Klappen zum Schutze der Schiffe gegen Wellenschlag oder Eisgang. Sodann wurde eine etwa 400 m lange, 1,25 m über Mittelwasser emporragende, in der Hauptrichtung von N. nach S. verlaufende und 180 m vom Strande entfernte Pfahlwand mit zwei Durchfahrtsöffnungen gebaut, die zum Zwecke der Zollerhebung mit Schwimmbäumen abgeschlossen werden konnten. An ihrer Nordspitze schlossen sich an die Pfahlwand als Fortsetzung der Fährbrücke vier Steinkisten an, die auch zur Aufnahme von Schiffsballast bestimmt waren (Abb. 1 Bl. 17).

Die nach der holländischen Seekarte aus dem Jahre 1728 (Abb. 7 Bl. 17) vorgeschobenen Verteidigungswerke gegen

feindliche Angriffe von See her, der Brückenkopf und der Pallisadenbau, sind anscheinend später vernichtet worden, denn auf einem aus dem Jahre 1830 stammenden Plan des Hafens sind sie nicht mehr ersichtlich.

b) Ältere Entwürfe für die Erweiterung des Hafens und ihre Ausführung. Im Jahre 1837 wurde durch das Stadtbauamt ein Plan für eine bessere Gestaltung des Hafens aufgestellt. Dieser umfaßt (Abb. 1 Bl. 17):

1. einen Hafenschutzdamm (TU) nördlich der alten Fährbrücke und von ihr etwa 170 m entfernt (siehe unten);
2. eine an TU anschließende Pfahlwand, TT'.., mit zwei Durchfahrtsöffnungen (Text-Abb. 2—4), und
3. eine ähnlich gebaute Pfahlwand VV', zum Schutze der Einfahrt in den Hafen von Westen.

Wegen der hohen Unterhaltungskosten infolge Eisgangs und Wellenschlages hat die gewählte letztere Bauart später Nachahmung nicht gefunden. Um den Schiffen von der Reede bis zur Ballastkiste und zum alten Hafendamme eine Fahrtiefe von 4,70 m zu schaffen, wurden Baggerungen ausgeführt. Der Hafenverkehr südlich der im Lageplan angedeuteten Schiffswerft vollzog sich vorerst noch an der älteren hölzernen Landungsbrücke.

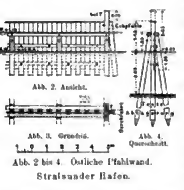


Abb. 2 bis 4. Östliche Pfahlwand. Stralsunder Hafen.

Nach Erbauung der sog. Königsbrücke liefen die regelmäßig zwischen Stralsund und Stettin verkehrenden Dampfer von hier aus. Der steigende Verkehr forderte bald eine durchgreifende Verbesserung der Anlegestellen; die Schiffswerft wurde deshalb an das Südende des Hafens verlegt, und an ihre Stelle trat ein Bohlwerk. Durch die Bohlwerkanlage wurden 394 a Bauland gewonnen. Zugleich mit der vorerwähnten Erweiterung und Vertiefung des Hafenbeckens wurde die Verlängerung T'T'' der östlichen Pfahlwand TT' erforderlich.

Die Gesamtkosten, die von der Stadt Stralsund von 1837 bis um die Mitte des Jahrhunderts für ihren Hafen aufgewendet wurden, belaufen sich auf rd. 690000 ℳ.

c) Neuere Entwürfe. Eine wesentliche Änderung mußte der Hafen infolge des Baues der Eisenbahn Stettin—Stralsund und der daran anschließenden Hafenbahn erfahren. Der hierfür im April 1863 von der Stadt ausgearbeitete Entwurf schloß mit einer Kostensumme von 939000 ℳ ab. Hiernach war der alte Hafen in einen Binnenhafen von 140 a Wasserfläche und einen Außenhafen mit rd. 2300 a Wasserfläche umzuwandeln (Abb. 2 Bl. 17). Die inselseitigen Kanalufer, ebenso wie die Ufer des Querkanals sollten mit Kaimauern eingefaßt werden. Die Text-Abb. 5 zeigt eine Querschnittsanordnung der Ufermauern, die teils unmittelbar auf festen Lehmuntergrund, teils, wie dargestellt, auf Pfahlrost gegründet sind. Bei letzterer Bauart ist bemerkenswert, daß man zur besseren Sicherung der Mauer den Schlammgrund durch Auffüllen schweren Tonbodens (Baggergut) vor der Ausführung der Mauer fortzudrücken versucht hat. Die am Außenhafen erbauten Staden zeigen verschiedene Bauart. Den Eisenbahnkai an der südöstlichen Ecke auf eine Länge von 251 m zeigt Text-Abb. 6. Weiterhin ordnete die Eisenbahnverwaltung zur Erreichung des guten Baugrundes, der am Querkanal 11,10 m unter M. W. liegt, drei- bis vierreihigen Pfahlrost unter dem Mauerwerk an (ähnlich wie in Text-Abb. 5), während die Stadt als Anschluß des Eisenbahnkais ein 105 m langes halbmassives Bohlwerk (Abb. 11 Bl. 17) errichtete. Zur Verbindung der beiden Inselgelände folgt alsdann in nördlicher Fortsetzung des Eisenbahngleises eine eiserne, einarmige Drehbrücke über den Querkanal von 7,5 m Lichtweite. Nördlich der Brücke, am Anfang der zweiten Insel, hat die Stadt später eine 80 m in den Hafen senkrecht zum Ufer einspringende, „Fischerbrücke“ für den Kleinfischhandel erbaut, deren Querschnitt in Abb. 9 Bl. 17 dargestellt ist. Auf die Brücke folgt eine flach ansteigende, abgepflasterte 4 m lange Aufschleppe. Im Sommer dient sie zum Aufziehen von Langhölzern usw., im Winter als Auffahrt für die von Rügen usw. ankommenden Eisschlitten. Hinter der Aufschleppe liegt das bombensicher erbaute Festungswerk. Sein Inneres wird heute zum Aufbewahren von Signalkörpern, seine Oberfläche als Standort für den Signalmast der Sturmwarnungsstation benutzt. Das nördliche Ende der zweiten Insel ist mit einem 1,80 m über M. W. hinaufreichenden Bohlwerke, ähnlich dem an der Fischerbrücke, eingefaßt; vor ihm befindet sich eine Wassertiefe von 4,40 m. An diesem Bohlwerk landen die mittelgroßen Seeschiffe und die Dampfer, die den Binnenhandel zwischen Lübeck, Rostock, Stralsund und Stettin vermitteln.

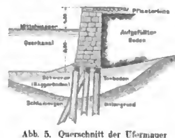


Abb. 5. Querschnitt der Ufermauer am Querkanal. 1:20. Stralsunder Hafen.

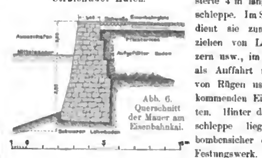


Abb. 6. Querschnitt der Mauer am Eisenbahnkai.

Durch diese Bauten wurde eine gesamte nutzbare Uferlänge am Außenhafen von rd. 600 m, am Binnenhafen von rd. 740 m, außerdem ein Gelände von 382 a Größe, das durch Verpachtung erhebliche Einnahmen bringt, gewonnen. Die Verbindung zwischen der Stadt mit den neuen Staden wurde durch vier Straßenbrücken, von denen zwei als eiserne einarmige Drehbrücken ausgebaut sind, und durch zwei Eisenbahndrehbrücken bewirkt. Die Ausführung der Anlage wurde 1871 beendet. Eine Veränderung der östlichen Hafenschutzwand wurde einstweilen nicht für nötig erachtet, trotzdem die Wasserfläche des Hafens durch die Stadenbauten etwas eingeschränkt worden war.

In der Folge ließ die Stadt, als fortifikatorische Bedenken nicht mehr entgegenstanden, für die durch die Hafenanlage gewonnenen Inseln einen Bebauungsplan aufstellen, der im

Lageplan (Abb. 2 Bl. 17) durch besondere Schraffur kenntlich gemacht ist. Nach diesem Plane blieb zwischen der östlichen Bebauungsgrenze auf der südlichen Insel, welche ursprünglich nur als Lagerplatz vorgesehen war, eine Straßenbreite von 37,60 m, auf der nördlichen Insel eine solche von 33,80 m zur Aufnahme von Schienengleisen, kleinen Schuppen und vorübergehenden Ablagen verfügbar. Die früher erbaute Jochbrücke am südlichen Ende des Eisenbahnkais erlitt durch die Sturmflut im Jahre 1872 eine größere Beschädigung und wurde durch einen Erddamm ersetzt. Dieser Erddamm, sowie der Umbau, welchen die Eisenbahnanlage am Stralsunder Hafen durch die im Jahre 1882/83 eingerichtete Eisenbahntrajektverbindung Stralsund — Rügen erfahren hat, sind in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1885 S. 357, beschrieben. In der Abb. 10 Bl. 17 ist ein Querschnitt des Bohlwerks im Liegehafen der Eisenbahntrajektschiffe dargestellt. Im Jahre 1893/94 wurde die Trajektanlage durch Herrichtung einer zweiten Dampferlandungsbrücke erweitert.

Auch der aus dem Bauabschnitt 1837 bis 1855 stammende Packwerkbau *TU* am nördlichen Hafendamm war dem Zahn der Zeit und den Sturmfluten der Jahre 1867, 1872, 1874 erlegen. Er war über der Wasserlinie fast ganz, im Grundbau teilweise zerstört und schützte den Hafen gegen die gefährlichsten Winde, Wellen und Eisschübe nicht mehr. Nachdem im Jahre 1878 die Übernahme des Hafens durch den Staat abgelehnt war, beschloß die Stadtverwaltung, die Erneuerung dieses Hafenschutzes. Unter Beteiligung des Fiskus an den Kosten ist auf dem alten Damme ein 250 m langer massiver Wellenbrecher errichtet, welcher bis an das westlich angrenzende Festland zur Erzielung eines vollständigen Schlusses des Hafens auf der Nordseite herangeführt worden ist. Ein solcher Abschluß war schon deshalb erforderlich, weil am Nordende der alten Stadt zwei Stammsiele der städtischen Schwemmkanalisation ausmünden, deren Ausflüsse bei nördlichen und westlichen Winden durch die Lücke zwischen Ufer und Hafendamm in den offenen Hafen getrieben wurden. Der Hafendamm (*TU*) ist im Jahre 1889 mit einem Kostenaufwande von 75000 ℳ instand gesetzt worden. In Abb. 8 auf Bl. 17 ist ein Querschnitt dieses Wellenbrechers, der nahezu 2,50 m über M. W. hinaufreicht, dargestellt. Zur Gründung diente eine dem Stein-Pfahlwerkbau ähnliche Bauart. Nach Beseitigung der nicht brauchbaren Rückstände des alten Packwerkbaues wurden die Lücken des Pfahlwerks durch neugerammte Pfähle verschlossen, das Pfahlwerk wurde gehörig vergurtet und verankert und dann mit Steinen bis zu 0,75 m unter M. W. ausgefüllt. Auf die geebnete Oberfläche der Steinschüttung setzt sich das aus gesprengten Granitfindlingen in Zementmörtel hergestellte Mauerwerk. Da der Bau der 250 m langen Mauer in einem Jahre beendet werden sollte, konnte ein völliges Setzen der Steinschüttung nicht abgewartet werden. Die Mauer wurde deshalb in einzelnen kurzen Strecken von 4 bis 6 m Länge, die stumpf mit offenen, durchgehenden Fugen aneinander stießen, ausgeführt. Als ein weiteres Setzen der einzelnen Steinblöcke nicht mehr zu befürchten war, sind die Scheidungsfugen durch Steinbrocken in Zementmörtel geschlossen worden. Mit Rücksicht auf den starken Eisschub, welchem der ganze Bau auf der Außenseite zeitweise unterliegt, ist dem Unterbau durch innenseitiges Hinterfüllen mit schwerem Lehmboden, der bei Baggerungen im Hafen gewonnen war, eine Stütze gegeben. Vom Festlande aus bis zum westlichen Ende der Steinmole ist eine dreieckförmige Landschüttung vorgetrieben. Die beiden Wasserseiten dieser Anschüttung sind durch verholmte und verankerte Spundwände geschützt. Außer dem Wellenbrecher ist 1894 südlich der Fischerbrücke eine 60 m lange, 6 m breite Anlandebrücke für Fischerkähne in Holz auf Pfahljochen erbaut worden.

d) Der Bauhof der preußischen Wasserbauverwaltung (vgl. Lageplan Abb. 2 Bl. 17). Von der bei Anlage der Bohlwerke gewonnenen Landfläche in Größe von 394 a wurden 58 a mit 135,50 m Uferlänge zu einem staatlichen Bauhofe ausgebaut, der durch Ankäufe in den Jahren 1880 und 1899 eine Vergrößerung bis auf 2 ha erfahren hat.

3. Greifswald (Wieck).

a) Geschichtliches. Greifswald führt seine Gründung auf das Kloster Eldena, eine Stiftung des Rügenfürsten Jaromar I., zurück. Etwa 4 km westlich von Eldena erbauten die Mönche eine Kirche mit Hospital, um welche sich bald ein Marktflecken — Gripes oder Gripeswalde — ansiedelte, dem der Pommernfürst Wratislaf III. das lübische Recht verlieh. Bald erhielt die Stadt eine erhöhte Bedeutung, wodurch sie bewogen wurde, am Auslauf des Ryckgrabens bei Wieck einen neuen Seehafen anzulegen (etwa 1297). Nachdem der Stadt im Jahre 1649 durch Schweden die Gerechtsame zur Erhebung von Pfahl- und Bohlwerkgeld erneuert worden war, streckte sie im Jahre 1664 an der Südseite der Ryckmündung ein neues Bohlwerk seewärts vor. Wahrscheinlich bildet dieses Bohlwerk den Anfang der später mittels Steinkistenbauten hergestellten alten Hafenmündung, welch letztere für die den Verkehr mit Schweden vermittelnden Postdampfer angelegt sein soll. Die Abfertigung der Postdampfer, die 2,5 bis 2,8 m Tiefgang hatten, war auch die Veranlassung, daß in den Jahren 1828 bis 1835 nach den Vorschlägen des Bauinspektors Starke in Swinemünde der bis dahin 1,7 m tiefe verwilderte Ryckgraben vom Wiecker Hafen bis zum Ostende der Stadt Greifswald mit einer Spiegelbreite von 56,5 m ausgebaut wurde, und dabei eine in der Sohle 30 m breite, 3,14 m tiefe Fahrrinne erhielt.

b) Entwürfe für den Ausbau des Wiecker Hafens nebst Ryckfluß und ihre Ausführung. Im Jahre 1856 gab der Bau der Eisenbahn Stettin — Greifswald — Stralsund die Veranlassung, den Wiecker Hafen umzugestalten. Eingeleitete Vorarbeiten ließen hoffen, daß im Wiecker Hafen eine Wassertiefe von 6,3 m und im Ryckfluß bis Greifswald aufwärts eine Tiefe von 4,7 m erreicht werden könne. Von dem damaligen Greifswalder Stadtbaumeister Becherer wurden Entwürfe zum Ausbau des Wiecker Hafens aufgestellt, die in den Jahren 1858 bis 1862 zur Ausführung kamen.

Die Hauptbauwerke waren (Abb. 12 Bl. 17 u. Text-Abb. 7) eine Nordermole und zwei Kaimauern. Ferner wurden der alte nördliche Steinkistenkopf und eine längere Landzunge, mit den darauf befindlichen alten Hafenbohlwerken beseitigt. Die Breite des neuen Hafenbeckens wurde bei der Ausführung auf 64 m festgesetzt, damit größeren Seeschiffen im Hafen das Umwenden ermöglicht werde. Die Weite konnte auch die Hafeneinfahrt erhalten. Zunächst war geplant,

mittels einer 50 bis 60 m langen Südermole die Hafeneinfahrt einzuengen, doch trat man hiervon zurück und beschränkte sich vorläufig auf die Ausbesserung des noch in 40 m Länge vorhandenen Steinkistenbaues. Länge und

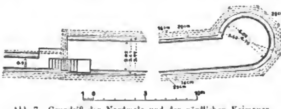


Abb. 7. Grundriß der Nordmole und der nördlichen Kaimauer. Wiecker Hafen.

Richtung der Nordermole haben sich als zweckmäßig erwiesen; eine Versandung hat bisher nicht stattgefunden. Die Gründung der Mole, deren Bauart in Abb. 6 Bl. 17 zur Darstellung gebracht ist, erfolgte auf einem Betonbette von 3,45 m Stärke bei 4,08 m Breite. An der Molenwurzel ist eine zum Wasserspiegel herabführende Treppe (Text-Abb. 7) angelegt. Die Mole befindet sich noch jetzt in gutem Zustande; ihre Herstellung hat einen Kostenaufwand von 93000 ℳ oder 1224 ℳ für 1 m Länge verursacht.

Die Kosten für die anschließende, 171,6 m lange Kaimauer (Abb. 4 Bl. 17) stellen sich ebenso hoch, wie die der in gleicher Weise auf der Südseite des Hafens im Anschlusse an den dort erhaltenen 40 m langen Steinkistenbau zur Ausführung gelangten 140,4 m langen Ufermauer. Beide auch jetzt noch in gutem Zustande befindlichen Ufermauern haben ausschließlich Hinterfüllung, Pflasterung, Vorhalten der Geräte und Bauleitung zusammen 195800 ℳ, d. i. 546 ℳ für 1 m Länge gekostet. Nachträglich wurden zur größeren Sicherung der einfahrenden Segelschiffe an eingemauerten starken Eisenbügeln Reibehölzer befestigt, welche 75 cm über die Mauerflucht vortreten und so die Schiffe von der Spundwand abhalten.

Vom Ende der Kaimauer bis zum Fischerhafen sind teils neue hölzerne Bohlwerke nach und nach zur Ausführung gelangt, teils sind hier Reste eines hölzernen Bohlwerks und einer alten massiven Ufermauer erhalten. In Text-Abb. 8 ist der Querschnitt des älteren Teiles dieser Bohlwerke dargestellt.

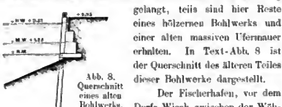


Abb. 8. Querschnitt eines alten Bohlwerks. 1 : 200. Wiecker Hafen.

Der Fischerhafen, vor dem Dorfe Wieck zwischen der Wöhlung und der Portalbrücke gelegen, gelangte im Jahre 1859 während des Baues der Nordmole zur Ausführung, um den Wiecker Fischern nach Abbruch des alten nördlichen Hafendammes eine ruhige Anlegestelle im Hafen zu gewähren. Seine Breite wurde derart bestimmt, daß der 3 m tiefe Liegeplatz den etwa 14 m langen Fischerbooten das Anlegen an das hölzerne Bohlwerk vor Kopf gestattete, ohne die 4,7 m tiefe Durchfahrtrinne zu beengen. Die Länge des Fischerhafens wurde auf 190 m bemessen. Er erhielt außerdem eine Aufschleppe und eine Waschbankeinrichtung für die Dorfschaft. Die Kosten für das 220 m lange Uferbohlwerk, dessen Bauart die Abb. 5 Bl. 17 zeigt, betragen ausschließlich der Baggerung rd. 9000 ℳ.

Zur Erweiterung der Hafeneinfahrt auf 64 m war es nötig, die etwa 620 m lange, am Südufer vor Eldenaer Gemarkung vorspringende, durch Steinkisten befestigte Landzunge fortzubaggern und an deren Stelle neue Uferbefestigung zu schaffen. Diese erhielt ihren Anschluß an den seewärts gelegenen alten Steinkistenbau und wurde mit Baggerboden hinterfüllt. Die weiter erforderliche, binnenwärts anschließende Uferbefestigung ist als Böschungspflaster auf Schotterunterlage ausgeführt (vgl. Querschnitt Abb. 5 und Lageplan Abb. 12 Bl. 17). Über der Hochwasserlinie sind die Böschungen berast. Da die vor diesem Ufer liegende Hafenseite als Liegeplatz für abzufertigende und wartende Schiffe ausersehen war, wurde sie mit einer zum Befestigen der Schiffe geeigneten Dalbenreihe versehen, welche gleichzeitig die Schiffe von der Uferböschung fern hält. Der hier angelegte Ballastplatz ist durch drei Ladebrücken zugänglich gemacht.

Die in den Jahren 1858 bis 1862 für den Wiecker Hafen verwendete Bausumme beträgt 390000 ℳ.

4. Wolgast.

a) Geschichtliches. Wolgast, an der schiffbaren Peene gelegen, nahm von jeher unter den Handelsniederlassungen Neuvorpommerns eine geachtete Stelle ein. Seine Entstehung verdankt Wolgast der Gründung einer Burg auf der damals in die Peene vorspringenden Ecke, dem heutigen Schloßplatze, durch den Pommernfürsten Bogislaf IV. Diese Burg wurde später der Sitz der Herzöge von Wolgast-Pommern. Zu ihrem Schutze gegen feindliche Angriffe erhielt die Burg einen Wallgraben, der die beiden sie umgebenden Buchten verband und allmählich zu einem Hafen erweitert und vertieft wurde. Auf seiner Festlandseite entstand frühzeitig eine Siedlung, die unter dem Namen Wolgast bereits 1259 dem Hansabunde beitrat. Bei ihrer günstigen Lage am Strom fiel es der Stadt nicht schwer, ihre Ufer den Bedürfnissen des Handels und der Schiffahrt anzupassen. Zu den ältesten, dahin gehörigen Bauwerken zählen einfache Bohlwerke auf der Südseite des Schloßplatzes (1750), wo die Ufereinfassung bis zur jetzigen Zollniederlage reichte, und am Stadtufer des Schloßgrabens (vor dem jetzigen Wassertor). Der Graben wurde von einem steinernen Bauwerke überbrückt, nahe der Stelle, wo jetzt die aus dem Jahre 1729 stammende Portalbrücke steht.

b) Spätere Entwürfe für den Ausbau des Hafens und ihre Ausführung. Wie bereits erwähnt, waren die städtischen Hafenbauten einfacher Art. Im Jahre 1829 genügte in der Hauptsache ein hölzernes Bohlwerk vor dem nordöstlichen Stadtufer von 190 m Länge, auf dem die Königliche Wage und das Schiffer-Kochhaus sich befanden. Davor standen indessen zeitweise nur 2,50 m Wasser, welchem Übelstande durch Baggern mehrmals abgeholfen werden mußte. Nach den Vorschlägen des Regierungs- und Baurats Spielhagen ging die Stadt dazu über, um die Mitte des vorigen Jahrhunderts einen Ladestaden, das jetzige Südbohlwerk (sieh den Lageplan Abb. 6 Blatt 18) im Anschluß an das vorhandene alte Bohlwerk am Graben in den Strom vorzutreiben. Der Staden wurde auf beiden Seiten durch Bohlwerke eingefaßt, die gegenseitig bei 32 m Abstand auf lange Holzbalken verankert waren (Text-Abb. 9). Bemerkenswert

ist der zwischen zwei Hauptpfählen zur Verminderung der Durchbiegung der Bohlen an der Spundwand befestigte Stiel. Eine ähnliche Bauart kam auch bei den Bohlwerken auf der Südseite des Schloßplatzes, die ebenfalls um die Mitte des vorigen Jahrhunderts hergestellt wurden, zur Anwendung.

Diese Bauten genügten indessen nicht, um den Hafen im Wettbewerb mit den anderen Städten leistungsfähig zu erhalten. Aus der Spitzenhörner Bucht drängten sich durch den Kanal Schlickmassen, die mehrfache Ausbaggerungen des Hafenkanals notwendig machten. Da der Abschluß des Hafens gegen Norden die Interessen der Fischerei schwer geschädigt haben würde, wurde nun zunächst versucht, den Schlick durch eine Sperrbuhne zurückzuhalten. Ihre Ausführung erwies sich aber bei der Mächtigkeit der Schlicklager zu kostspielig. Ein an ihrer Stelle zwischen Flechtzäunen aufgeschütteter Damm war nicht widerstandsfähig gegen die Strömung aus Nord. Man streckte deshalb von der Stadt aus, wie im Lageplan ersichtlich, eine 140 m lange Bohlwand vor, die heute noch besteht und sich bewährt hat.

Abb. 9. Querschnitte des Bohlwerks am Staden. Wolgaster Hafen.

Im Jahre 1888 drohte das aus den ältesten Zeiten stammende Bohlwerk von der Portalbrücke bis zur Wurzel des Ladestadens einzustürzen. Um es zu halten, wurde 1 m von dem alten Bohlwerk eine neue Spundwand gerammt und bis zur alten Spundwand mit Lehmboden hinterfüllt. Ein hierbei unternommener Versuch, die dem Faulen ausgesetzte Holzverkleidung durch schwaches Mauerwerk zu ersetzen, das sich auf den Holm der Spundwand und dahinter gerammte große Steine stützen sollte, führte zu keinen günstigen Ergebnissen. Auf der Inselseite des Hafenkanals, der übrigens nur für Binnenfahrzeuge — und zwar hinter der Portalbrücke für solche von etwa 8,50 m Breite — zugänglich ist, ist statt der hölzernen Bohlwerke mehrfach Trockenmauerwerk angewandt worden.

Die Hauptlösch- und Ladestellen des Wolgaster Hafens liegen am freien Strom, haben meist Anschluß an die Züssow-Wolgaster Eisenbahn und sind private Unternehmungen. Sie sind für Schiffe bis 4,70 m Tiefgang zugänglich.

II. Die fiskalischen Schutzhäfen.

1. Der Nothafen bei Grünschwade.

a) Geschichtliches. Die erste Ausbildung des auch „Hock" genannten, 2 km nördlich der Stadt Kröslin an der Mündung der Peene gelegenen natürlichen Hafens fällt in die Zeit der schwedischen Herrschaft. Die Schweden legten an der gegen die Stürme und das Treibeis geschützten Nordseite der Halbinsel Nonnendorfer Wiese (Abb. 4 Bl. 18) für die Verladung von Langholz ein Bohlwerk an, welches außerdem aber auch in Not geratenen Schiffen zur Ausbesserung etwaiger Havarien Gelegenheit bieten sollte. Das Bohlwerk hat nach den überkommenen Mitteilungen zu Anfang des vorigen Jahrhunderts 100 m Länge gehabt und etwa 14 Schiffen zu 120 bis 140 t Tragfähigkeit Platz gewährt.

b) Spätere Umgestaltung des Hafens. Mit dem Aufblühen des Hafens von Wolgast verlor der Ladeverkehr bei Grünschwade an Bedeutung. Allmählich ist das Bohlwerk auf etwa 26 m verkürzt und der über M. W. liegende Teil durch eine gepflasterte Böschung ersetzt worden. In der Neuzeit wird der Hafen nur noch selten benutzt.

2. Der Nothafen im Zickerer See.

Einer Allerhöchsten Kabinettsorder vom 19. Juni 1857 verdankt der Nothafen im Klein-Zickerer See seine Entstehung. Durch Ausbaggerung einer 450 m langen, 45 m breiten und 5 m bei M.W. tiefen Rinne wurde der Zugang zu der 300 m langen, 56.50 m breiten und etwa 4,50 m bei M. W. tief hergestellten Liegestelle (Abb. 2 Bl. 18) geschaffen. Sie wurde mit Dalben ausgerüstet und die Zufahrt ausgebakt.

3. Der Fischereihafen auf der Insel Greifswalder Oie.

a) Geschichtliches. In alten Zeiten führte die Insel den Namen Swante-Wusterhusen. Ihren jetzigen Namen hat sie wahrscheinlich erhalten, nachdem sie von dem Pommernherzog Bogislaf IV. der Stadt Greifswald geschenkt worden war. 1668 kam die Insel als Pfand (für 1000 pommersche Taler) an den Feldmarschall C. G. Wrangel, bis sie 1749 von der Stadt Greifswald wieder eingelöst wurde. 1883 ging sie für 52000 *ℳ* in das Eigentum des preußischen Fiskus über. Die Insel, etwa 54 ha groß, ist der Ausläufer der Bank, die den Bodden von der Ostsee trennt und fällt in ihrer 700 m breiten Nordostfront, die sich bis zu 25 m über dem Mittelwasser erhebt, fast senkrecht ab. An ihrer Südwestspitze schließt sich ein langes mit Steinen durchsetztes Riff an, von dem auch der einzige Zufuhrweg zu der übrigens sehr fruchtbaren Insel ausgeht. Der Umstand, daß sie in der Nähe reicher Fischgründe liegt, gab im Jahre 1870 Veranlassung, hier einen Schutzhafen für die Hochseefischerei anzulegen.

b) Der Entwurf des Hafens und seine Ausführung. Wie die Abb. 5 Bl. 18 zeigt, besteht der in den Jahren 1873/80 mit einem Kostenaufwande von 267000 *ℳ* erbaute Hafen aus einem nahezu rechteckigen Becken von 320 m Länge und 140 m mittlerer Breite, das an der Ostseite von der Insel und an den übrigen Seiten von Molen begrenzt wird. An seiner Nordwest- und Südwestecke befinden sich Durchfahrtsöffnungen von 35 m lichter Weite, von denen die erstere mit einer Wassertiefe von etwa 3 m bei M. W. für die größeren Fischerboote bestimmt ist. Durch letztere soll etwas Strömung in das Hafenbecken gebracht werden, um es vor Versandung zu schützen. Indessen können dort auch kleinere Boote von nicht mehr als 1 m Tiefgang bei mittlerem Wasser ein- und auslaufen.

Die Hafendämme sollten nach dem ursprünglichen Entwurf durch Absenken von Steinkisten bis auf den natürlichen Baugrund hergestellt werden. Vor Beginn des Baues angestellte genaue Untersuchungen ergaben indessen, daß der Untergrund aus Sand bestand, in dem viele große Steine versprengt lagerten. Die Molen wurden deshalb mit Ausnahme der Landanschlüsse auf Pfahlwerke gesetzt (Text-Abb. 10 u. 11).

Die Pfähle der beiden in Mittelwasserhöhe 4,50 m voneinander entfernten Reihen stehen dicht nebeneinander. Die bis 0,50 m über M.W. reichende Steinschüttung aus Granitfindlingen ist oben mittels einer in Mörtel verlegten Schicht abgeglichen. Auf der Außenseite dieses Steindammes ist eine durchschnittlich 1,75 m hohe Schutzmauer aus Granitsteinen in Zementmörtel aufgeführt. Im Laufe der Jahre hat sich herausgestellt, daß Verankerungen der Pfahlreihen überflüssig sind. Sie sind daher, wenn sie beschädigt worden waren, nicht wieder ersetzt worden. Der Molenaufbau ist am Lande bis zur Höhe von 3 m über M.W. hochgezogen worden.

Von der Wurzel der Südmole erstreckt sich mit Rücksicht auf die das Ufer angreifende Küstenströmung und die dort den Hafen abschließende schmale Landzunge an letzterer entlang eine gepflasterte Uferböschung, der eine Steinbuhne zur Abweisung des Küstenstromes vorgelegt ist.

Noch ehe dieser Plan ganz ausgeführt war, trat das Bedürfnis seiner Erweiterung hervor, so daß bereits im Jahre 1891 der Auftrag erteilt werden konnte, Plan und Kostenanschlag für die Anlegung eines Handelshafens mit 5 m Wassertiefe aufzustellen. Nach dem erweiterten Plan wurden behufs Beschaffung größerer Liege- und Ladestellen, ausgehend von dem bisherigen Westende der Mole und mit einer Schwenkung nach See bis auf 6 m Wassertiefe, eine Verlängerung der Mole von 240 m und, unter Belassung einer Einfahrtsöffnung von 80 m Weite, eine Inselmole von gleicher Länge sowie parallel zur Uferlinie ausgeführt. Am Strande kam die Anlage eines Lösch- und Ladeplatzes von 140 m Länge bei 40 m Breite und einer zweiten hölzernen für Dampfschiffe bestimmten Landungsbrücke hinzu. Der größere Teil des neuen Hafenbeckens vom Westende der Inselmole bis zum Anfang des zuerst geplanten Fischerhafens (Punkt A der Mole) ist auf 5 m Wassertiefe ausgehoben worden; an der Innenseite der Mole beträgt dort die Tiefe 6 m. Der Fischerhafen (von Punkt A bis zum Ostende des Hafens) hat seine ursprünglichere mittlere Tiefe von 3 m behalten.

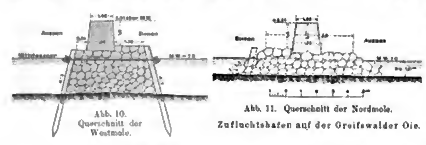


Abb. 10. Querschnitt der Westmole.

Abb. 11. Querschnitt der Nordmole.

Zufluchtshafen auf der Greifswalder Oie.

Die zwischen dem Ostende der Landmole und dem Strande verbliebene Öffnung von 80 m Weite ist später durch eine Verlängerung der Mole geschlossen worden. Die durch seine Öffnung in das Hafenbecken wandernden Massen hatten sich nämlich nicht als nutzbares Steingerölle, sondern in der Hauptsache als Seegras und Sand erwiesen und einen Umfang angenommen, der eine Versandung des Hafenbeckens befürchten ließ. Im Jahre 1896/97 ist das Hafengleis bis an das Westende des bereits früher angelegten Ladeplatzes ausgeführt. Auch die 80 m weite, 6,50 m tiefe Einfahrtsöffnung an der Inselmole (HJ im Lageplan) ist in den Jahren 1897/1900 geschlossen worden, weil die ihr gegenüber am Bahnhofsufer liegenden Schiffe unter der eindringenden Dünung zu leiden hatten. Für den zuerst entworfenen Fischereihafen sind 600000 ℳ, für die spätere Erweiterung ausschließlich Grunderwerb 980698 ℳ aufgewendet worden. Die Molenbauten haben 591421 ℳ oder 1060 ℳ für 1 m Molenlänge gekostet. Für die Schließung der Einfahrtsöffnung, die im Eigenbetriebe der Bauverwaltung erfolgte, wurden 122302 ℳ ausgegeben. 1 m Länge dieses Teils der Mole kostet also 1529 ℳ.

4. Der Hafen von Saßnitz.

a) Geschichtliche Entwicklung. Für einen Fischereihafen an der Küste Rügens kam zunächst der Strand von Glowe in der Tromper Wiek, zwischen Arkona und Stubbenkammer in Betracht, weil in der Nähe besonders fischreiche Gründe liegen. Nachdem aber die Fortführung der Eisenbahn Stralsund-Bergen a. R. bis Crampas-Saßnitz gesichert war, lag es nahe, den für die Ostküste Rügens nötigen Schutzhafen an dem Endpunkte dieser Eisenbahn anzulegen und ihn zu einem Umschlagshafen zu erweitern.

b) Der Bauentwurf und seine Ausführung. Der unter diesen Gesichtspunkten entworfene Plan (Abb. 3 Bl. 18) sah in einer Entfernung von 200 m vom Ufer und mit ihm nahezu gleichgerichtet in einer Wassertiefe von rund 5 m einen Wellenbrecher (AB) vor, der vom Nordostende mittels einer Krümmung BB_1 dem Strande bis auf 80 m genähert und mit letzterem durch eine hölzerne Brücke (bei C) verbunden werden sollte. Die Öffnung zwischen der Mole und dem Lande sollte dazu dienen, die hier von Osten nach Westen wandernden Massen von Sand, Feuersteinen usw. dem Hafen zuzuführen, um diese dann leichter gewinnen und verwerten zu können. Eine Schutzwand an der Südwestseite des im Mittel 3 m tiefen Liegeplatzes wurde nicht für nötig erachtet, weil hier eine vorspringende Landecke hinreichenden Schutz gegen die Einwirkungen des Windes gewährte. Am Lande war ein hölzernes Bohlwerk EF mit dahinter liegenden Freiladeplätzen sowie eine hölzerne Landungsbrücke vorgesehen. Schließlich sollte eine in das hohe Ufer eingeschnittene serpentinenartige Rampe den Verkehr zwischen dem Hafen und dem etwa 30 m darüber gelegenen Orte Crampas vermitteln.

Die Bauart der Molen ist in den Abb. 12 bis 14 Bl. 18 zur Darstellung gebracht. Bei der Ausführung wurde zunächst mit der Aufstellung eines Pfahlgerüstes (Abb. 12 u. 13) auf dem Strande (bei C im Lageplan) begonnen. Die drei Pfähle der 2,50 m voneinander entfernten Joche wurden vom Gerüst aus mit Hilfe einer Auslegerramme gerammt, verholmt sowie durch Andreaskreuze verstrebt und sodann durch Längsbalken mit den entsprechenden Pfählen des Nebenjoches verbunden. Auf diese Rüstung wurden zwei Dampframmen hintereinander gestellt, die in kurzer Entfernung der Auslegerramme folgten, und von denen jede die 30 bis 40 cm starken Rundpfähle einer Wand mit einer Neigung $1:{}^1/_4$ durchschnittlich 4 m in das Erdreich einrammte, wobei die

Oberkante der Pfähle auf 1 m über M.W. zu liegen kam. Nur die in der Achse der Rüstjoche stehenden Pfähle, zwei Stück an jedem Jochende, wurden so lang gewählt, daß die mit ihrer Oberkante auf 2,50 m über M.W. liegenden Jochholme mit ihnen verbolzt werden konnten. Die Joche erhielten übrigens zuerst einen kurzen Holm, um die bis unter die tiefsten Pfahlköpfe verlängerten Ruten der Dampframmen in der Längsrichtung der Mole fortbewegen zu können. Sobald dann beide Dampframmen ein Joch hinter sich hatten, wurde der kurze Holm abgenommen, durch einen längeren ersetzt und dieser dann wie oben erwähnt mit den hohen Schrägpfählen verbolzt. Außerdem erhielten die Pfahlwände noch eine einstweilige Verankerung durch doppelte Gurthölzer, damit sie imstande waren, mit Schüttsteinen bis zur Höhe des mittleren Wasserstandes ausgefüllt zu werden. Die in Fischerbooten herangebrachten Schüttsteine wurden vom Boote aus so verteilt, daß auf der Sohle und unmittelbar neben den Pfahlwänden große Steine von mindestens Kopfgröße und in der Mitte kleinere faustgroße Steine zu liegen kamen. Nach Fertigstellung der Steinschüttung bis zur Höhe des Mittelwassers kam die bleibende Verankerung zur Ausführung. Die an beiden Enden mit Schraubengewinde versehenen Ankerstangen hatten am Schaft 5 cm, im Gewindeteil 6 cm Durchmesser. Das Eisenzeug erhielt vor dem Einbringen nach gehöriger Reinigung einen Anstrich aus heißem Kohlenteer. Über den Ankern liegt, um sie gegen Durchbiegung zu schützen, ein Holzkasten, der auch eine etwa erforderliche Erneuerung oder Ausbesserung der Verankerung sehr erleichtert.

Nach Verankerung der Pfahlwände kamen auf der Steinschüttung zwischen den Ankern Belastungsklötze zur Ausführung, die an den Außenseiten und den beiden Enden Abtreppungen erhielten, um nach dem Setzen der Schüttung in das Außenmauerwerk eingebunden zu werden. Bei dem fast durchweg aus Ton mit Sandüberlagerung bestehenden Untergrunde sind indessen nennenswerte Sackungen nicht bemerkt worden. Die Oberfläche der Steinschüttung ist zunächst abgeglichen, und darauf setzt sich die Aufmauerung der Mole, die in ihrem untersten, 0,50 m hohen Teile durchweg aus Granitsteinen in Zementmörtel besteht. Auch an ihren Langseiten erhielt die Mole eine Granitsteinverblendung in Zementmörtel 1 : 3. Der Kern der Mole über der untersten Mauerwerkschicht besteht außerhalb der Belastungsklötze aus Beton (1 Zement, 3,5 Sand, 6 Feuersteine). Die Oberfläche der Landmole ist mit Kopfsteinen abgepflastert und enthält zwischen ihnen zwei Gleise. Auf der früheren Inselmole ist dagegen die Abdeckung mit unregelmäßigen flachen Steinen hergestellt worden.

Behufs Benutzung der Molen für das Anlegen der Fischerboote ist in dem zuerst ausgeführten Fischerhafen auf der Innenseite der Mole eine Gordungswand angebracht (Abb. 14 Bl. 18), deren Oberkante von 1 m bis 2,5 m über M.W. ansteigt.

Den Querschnitt der Ufermauer auf der Strecke vor dem Freiladeplatz zeigt Abb. 11 Bl. 18. Hier wurde bei einer durch Baggern hergestellten Tiefe von 3,5 m — der Untergrund lag 1,5 bis 2,0 m unter M.W. — eine 20 cm starke Wand aus 8 m langen beschnittenen Pfählen, unter Zuhilfenahme eines Tauchers, dicht schließend gerammt und dann verankert. Der Raum unmittelbar dahinter ist 2,50 m breit, mit Steinen von Faust- bis Kopfgröße und dann mit Baggerboden ausgefüllt. Auf diese Steinschüttung ist nach erfolgtem Setzen die Ufermauer aus runden Granitsteinen in Zementmörtel 1 : 3 aufgebaut. Die Mauer hat sich trotz ihrer geringen Stärke gut gehalten; auch sind keine Sackungen oder Risse bemerkt worden. Die später vor dem Bahnhof aufgeführte Mauer ist in gleicher Weise ausgeführt, sie hat jedoch etwas größere Abmessungen erhalten (Abb. 7 bis 9 Bl. 18). Bei ihr zeigte sich später auf einer Strecke von rund 30 m Länge eine Senkung. Durch die Untersuchung wurde festgestellt, daß hier der Untergrund aus Sand bestand, während sonst nur Ton gefunden worden war, und daß die Wand außerdem undicht war.

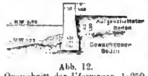


Abb. 12. Querschnitt der Ufermauer. 1 : 250. (bei *CD* im Lageplan Abb. 3 Bl. 18). Saßnitzer Hafen.



Abb. 13. Ansicht.



Abb. 14. Erdgeschoß. Hafenmeisterhaus in Saßnitz.

In Text-Abb. 12 ist noch der Querschnitt der Ufermauer auf der Strecke *CD* im Lageplan gezeigt. Die große Landungsbrücke ist in Abb. 10 Bl. 18 dargestellt. Auf der Höhe des Ufers befindet sich das Dienstgebäude des Hafenmeisters, das im oberen Stockwerk einige Kommissionszimmer enthält (Text-Abb. 13 u. 14).

Den Saßnitzer Hafen besuchen jährlich etwa 680 Schiffe, hiervon sind über 500 Dampfer. Der Hafen entwickelt sich vorwiegend im Handelsverkehr. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Einrichtung regelmäßiger Verbindungen mit Schweden.

Beiträge zur Theorie der Windverbände eiserner Brücken. I.

Von Dr.-Ing. Heinrich Müller-Breslau.

Die zur Zeit übliche Berechnung der Spannungen und Formänderungen der Windverbände eiserner Brücken besitzt bei weitem noch nicht den Grad von Zuverlässigkeit, dessen Erreichung die zur Verfügung stehenden Elastizitätsbedingungen gestatten, ohne daß ein Übermaß aufzuwendender Rechnungsarbeit erforderlich wird. Insbesondere muß die noch in den neuesten Arbeiten auf diesem Gebiete geübte Beschränkung auf die Verfolgung der Wirkung wagerechter, recht-

winklig zur Brückenachse gerichteter Kräfte als ein Mangel bezeichnet werden. Denn ein tieferes Eindringen in die Theorie lehrt, daß die in die Ebenen der Hauptträger fallenden Lasten in Gliedern der Windverbände Spannungen erzeugen können, die erheblich größer sind, als die vom Winddruck erzeugten Beanspruchungen. Aber auch die Ermittlung des Einflusses des Winddrucks ist, namentlich in Fällen höheren Grades der statischen Unbestimmtheit, nicht immer einwandfrei.

Eine eingehendere Bearbeitung dieser wichtigen Fragen ist das Ziel einer Reihe von Abhandlungen, die ich in zwangloser Folge in der Zeitschrift für Bauwesen veröffentlichen werde. Ich werde dabei denselben Weg einschlagen, wie in meinen Arbeiten über die ebenen Träger; er besteht in der Herleitung der Einflußlinien aus den Biegungslinien auf der durch den Maxwellschen Satz von der Gegenseitigkeit der Verschiebungen geschaffenen Grundlage.[1])

Die an der Brücke angreifenden Lasten sollen wie folgt geordnet und bezeichnet werden:

1. Lotrechte Lasten P (Eigengewicht, Achslasten der Fahrzeuge usw.),
2. Lasten W rechtwinklig zur Brückenachse (Winddruck, Zentrifugalkräfte der Fahrzeuge),
3. Lasten K parallel zur Brückenachse (z. B. die von den Treibgewichten — Adhäsionsgewichten — der Lokomotiven abhängigen Zugkräfte).

Bei lotrecht gestellten Hauptträgern möge die elastische Verschiebung δ_m eines Knotenpunktes m in die drei zu den Lasten parallelen Seitenwerte zerlegt werden

$$\eta_m \parallel P, \qquad \zeta_m \parallel W, \qquad \xi_m \parallel K.$$

Bei schräg gestellten Hauptträgern tritt die Bezeichnung η'_m an die Stelle von η_m (Abb. 1).

Die Ordinaten der Einflußlinien seien mit

$$z_p, \; z_w, \; z_k$$

bezeichnet, je nachdem es sich um den Einfluß von Lasten P, W oder K handelt. Im übrigen bediene ich mich derselben Bezeichnungen, wie in meinen Büchern: „Die neueren Methoden der Festigkeitslehre", 2. Auflage, Leipzig 1893, und „Die Graphische Statik der Baukonstruktionen", Bd. II, 3. Auflage, Leipzig 1903, die ich kurz mit (N. M.) und (G. S.) anführen werde; in ihnen findet der Leser auch Angaben über die einschlägige Literatur der Theorie der statisch unbestimmten Systeme.

§ 1. Die Grundgleichungen.

Die Hauptträger und Windverbände einer eisernen Brücke bilden zusammen ein elastisches räumliches Stabwerk, das in den meisten Fällen in höherem Grade statisch unbestimmt ist; es setze sich aus geraden und gekrümmten Stäben zusammen und sei zum Teil fachwerkartig, zum Teil vollwandig ausgebildet. Die Spannkräfte S der nur auf Zug oder Druck beanspruchten Fachwerkstäbe und die Längskräfte N und Biegungsmomente M der auf Biegung beanspruchten Stäbe seien als lineare Funktionen der gegebenen äußeren Kräfte (die wir bei dieser ganz allgemeinen Betrachtung sämtlich mit P bezeichnen wollen) und gewisser statisch nicht bestimmbarer Größen X_a, X_b, X_c . . . dargestellt; sie erscheinen in der Form

$$1) \quad \begin{cases} S = S_0 - X_a S_a - X_b S_b - X_c S_c - \ldots \\ N = N_0 - X_a N_a - X_b N_b - X_c N_c - \ldots \\ M = M_0 - X_a M_a - X_b M_b - X_c M_c - \ldots \end{cases}$$

wo S_0, N_0, M_0 die Werte für das durch Beseitigung aller Größen X erhaltene Stabsystem bedeuten.

Zur Berechnung der X stehen die Elastizitätsbedingungen (N. M., § 20 u. 21) zur Verfügung

$$2) \quad \begin{cases} 0 = \Sigma P_m \delta_{ma} - X_a \delta_{aa} - X_b \delta_{ab} - X_c \delta_{ac} - \ldots \\ 0 = \Sigma P_m \delta_{mb} - X_a \delta_{ba} - X_b \delta_{bb} - X_c \delta_{bc} - \ldots \\ 0 = \Sigma P_m \delta_{mc} - X_a \delta_{ca} - X_b \delta_{cb} - X_c \delta_{cc} - \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{cases}$$

wo, für zwei beliebige Zeiger p und q,

$$3) \qquad \delta_{pq} = \Sigma \frac{S_p S_q s}{EF} + \int \frac{N_p N_q ds}{EF} + \int \frac{M_p M_q ds}{EJ}$$

ist. Das erste Glied dieses Ausdrucks erstreckt sich über den fachwerkartigen, in den Knotenpunkten mit Gelenken ausgerüsteten Teil des Systems. Die Integrationen sind über alle auf Biegungsfestigkeit beanspruchten Stäbe auszudehnen.

Bei stärker gekrümmten Stäben ist N zu ersetzen durch

$$\mathfrak{N} = N - \frac{M}{r},$$

wo r den Krümmungsradius der als Kurve einfacher Krümmung vorausgesetzten Stabachse bedeutet. Auch muß dann an die Stelle des Trägheitsmomentes $J = \int v^2 dF$ des Querschnitts der Wert $\mathfrak{J} = \int v^2 \frac{r}{r-v} dF$ treten.[2])

Will man bei vollwandigen Hauptträgern den Einfluß der von den Querkräften Q erzeugten Schubspannungen berücksichtigen, so hat man nur das Glied $\int \frac{Q_p Q_q ds}{G \beta F}$ hinzuzufügen, wobei für βF mit genügender Genauigkeit der Inhalt des Stehblechquerschnitts gesetzt werden darf. Der Einfluß dieser Schubspannungen ist aber geringfügig und darf daher vernachlässigt werden.

In Fällen, in denen es genügt, die Untersuchung auf eine geringe Zahl einfacher Belastungsfälle zu beschränken, kann es vorteilhaft sein, die Produkte aus den Lasten P_m und den Verschiebungen δ_{ma}, welche die Angriffspunkte der P_m in den Richtungen der P_m infolge einer Belastung $X_a = -1$ erfahren, nicht mit Hilfe von Verschiebungsplänen, sondern durch unmittelbare Berechnung zu bestimmen. Man setze dann

$$4) \qquad \Sigma P_m \delta_{ma} = \delta_{0a},$$

wo δ_{0a} dem durch die Formel 3 gegebenen Bildungsgesetze folgt.

Umgekehrt wird man häufig die Koeffizienten δ der Größen X Verschiebungsplänen entnehmen und Gleichung 3, die hier immer schnell zum Ziele führt, weil sie sich nur auf zwei feststehende Belastungsfälle $X_p = -1$ und $X_q = -1$ bezieht, benutzen, um die Genauigkeit der Verschiebungspläne zu prüfen.

Liegt ein reines Fachwerk vor, das nur in den Knotenpunkten belastet wird, so verschwinden die Integrale, und

1) Die Grundzüge des Verfahrens und verschiedene der gewonnenen Ergebnisse habe ich bereits seit einer Reihe von Jahren in meinen Vorlesungen an der Technischen Hochschule zu Berlin mitgeteilt; sie dürften daher meinen früheren Hörern bekannt sein.

2) Daß dieser höhere Genauigkeitsgrad bei den im Brückenbau vorkommenden Krümmungsradien entbehrlich ist, habe ich in meinem Buche „Theorie und Berechnung der eisernen Bogenbrücken", Berlin 1880 nachgewiesen.

die Gleichungen 2 und 3 gehen in die von Maxwell aufgestellten Bedingungen über.[3])

Es ist nun nicht notwendig, die Gleichungen 2 und 3 über sämtliche statisch unbestimmten Größen auszudehnen und unter S_0, N_0, M_0 die für ein statisch bestimmtes System gewonnenen Werte zu verstehen. Das wäre bei der Anwendung dieser Gleichungen auf die hier zu untersuchenden räumlichen Stabgebilde nicht einmal zweckmäßig. Es empfiehlt sich vielmehr, den folgenden Weg einzuschlagen.

Man betrachte zunächst jeden ebenen Hauptträger für sich allein und zeichne, falls er x-fach statisch unbestimmt ist, die zur Darstellung der statisch unbestimmten Größen (wir wollen sie Y_a, Y_b .... nennen) erforderlichen x Verschiebungspläne in solcher Vollständigkeit, daß aus ihnen mit Hilfe eines Systems von Gleichungen von der Art der Gleichungen 2 auch der Einfluß der am Hauptträger als Lasten angreifenden Projektionen der Spannkräfte D der Stäbe der Windverbände auf die Größen Y gefolgert werden kann. Die Spannkräfte D erschienen hierbei als lineare Funktionen eines zweiten Systems statisch unbestimmter Größen X, welche durch den Einbau der Windverstrebung zu den Größen Y hinzutreten und nunmehr mit Hilfe eines zweiten Systems von Gleichungen 2 und einer entsprechenden Anzahl räumlicher Verschiebungspläne, die sich leicht aus ebenen Verschiebungsplänen herleiten lassen, berechnet werden. Da diese räumlichen Pläne die Seitenverschiebungen jedes Knotenpunktes nach den drei ausgezeichneten Belastungsrichtungen der Brücke angeben, so kann man den Einfluß nicht nur der rechtwinklig zur Brückenachse angreifenden Kräfte W auf die Spannkräfte der Windverbände angeben, sondern auch die Wirkung der in der Gleisrichtung auftretenden wagerechten Kräfte K und vor allem den sehr erheblichen Einfluß der lotrechten Lasten P.

Tritt infolge des Einbauens der Windverbände nur eine einzige statisch unbestimmte Größe neu hinzu, so findet man sie mittels der Gleichung

$$5)\qquad X_a = \frac{\Sigma P_m \delta_{ma}}{\delta_{aa}}.$$

Man braucht also nur einen einzigen räumlichen Verschiebungsplan zu zeichnen. Mit diesem Falle wollen wir unsere Untersuchungen beginnen.

§ 2. Brücke über eine Öffnung mit schräg gestellten Hauptträgern und einem Windverbande (Abb. 1).

Hinsichtlich der Hauptträger machen wir keine die Allgemeinheit unserer Untersuchung einschränkende Voraussetzung; es ist also gleichgültig, ob die Hauptträger fachwerkartig oder vollwandig, als Balken oder Bogen, mit drei oder zwei Gelenken oder ohne Gelenk usw. ausgebildet sind. Auch ist es für die folgende Untersuchung gleichgültig, ob der tonnenförmige Windverband die oberen oder unteren Gurtungen der Hauptträger miteinander verbindet. Bedingung ist nur, daß an den Auflagern außer den in den Ebenen der Hauptträger wirkenden Stützenwiderständen nur noch zwei wagerechte, zur Achse der Brücke rechtwinklige Widerstände L und R auftreten. Die dem Windverbande nicht angehörenden Knotenpunkte seien durch Querrahmen mit ihm verbunden. In welcher Weise ein solcher Querrahmen $abmi$ die an den Knotenpunkten a und b angreifenden Kräfte W_a und W_b auf den Windverband und die Tragwände überträgt, ist in Abb. 2 dargestellt werden. Im unteren Querriegel entsteht ein Zug $N = W_a$, in der Diagonale ein Druck D'. Auf den hinteren Hauptträger wirkt im Punkt b die Mittelkraft P' aus D' und $W_a + W_b$. Im Punkt i wird der vordere Hauptträger mit P'' und der Windverband mit W'' belastet. Jeder Belastungszustand läßt sich also zurückführen

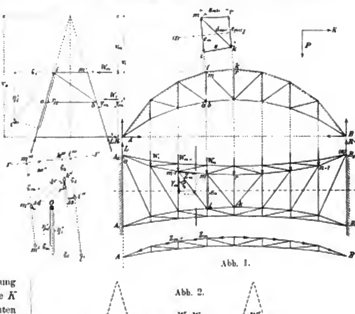


Abb. 1.

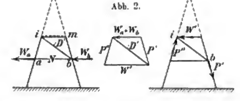


Abb. 2.

auf ein System von äußeren Kräften (Lasten und Stützenwiderständen), die mit den Ebenen der Hauptträger zusammenfallen und ein System wagerechter rechtwinklig zur Brückenachse wirkender äußerer Kräfte W_1, W_2 .... L, R (Abb. 1). So lange es sich nur um die Gleichgewichtsbedingungen zwischen den äußeren Kräften handelt, ist es gleichgültig, auf welcher Seite der Brücke diese Kräfte W angreifen; die Angriffspunkte der Widerstände L und R fallen mit den Endpunkten der Diagonalen der äußersten Felder des Windverbandes zusammen.

Bedeutet r_m den Abstand des $m$ten Querriegels des tonnenartigen Windträgers von der Schnittlinie der Ebenen der Hauptträger, so lautet die Momentengleichung in bezug auf diese Schnittlinie:

$$6)\qquad (L + R)\, r_0 = \sum_0^n W r,$$

wo n die Anzahl der Felder bedeutet. Führt man durch das $m$te Feld einen Schnitt und zerlegt man die Spannkraft D_m nach der Richtung des Gurtstabes $(m-1)-m$

3) J. Clerk Maxwell, On the calculation of the equilibrium and stiffness of frames. Philosophical Magazine 1864, vol. XXVII p. 294.

und des $(m-1)$ten Querriegels in die Seitenkräfte Z_m und Y_m, so erhält man für die soeben benutzte Drehachse die Momentengleichung

$$L r_0 - \sum_0^{m-1} W r - Y_m r_{m-1} = 0$$

und findet schließlich für

$$Z_m = Y_m \frac{s_m}{e_m}$$

(wo s_m die Länge des $m$ten Gurtstabes des Windträgers bedeutet) den Wert:

$$7)\qquad Z_m = \left(L e_0 - \sum_0^{m-1} W e\right) \frac{s_m}{e_{m-1} e_m},$$

oder

$$8)\qquad Z_m = \left(-R e_a + \sum_m^n W e\right) \frac{s_m}{e_{m-1} e_m},$$

denn es ist $e_0 : e_m = r_0 : r_m$.

Die Kräfte Z treten nun zu den in den Ebenen der Tragwände angreifenden Lasten, sie sind gegeben, sobald einer der beiden Widerstände L, R mit Hilfe einer Elastizitätsgleichung berechnet worden ist.[4]) Wir wählen R als statisch unbestimmte Größe, bezeichnen es vorübergehend mit X_a und erhalten

$$9)\qquad R = X_a = \frac{\Sigma P_m \delta_{ma}}{\delta_{aa}},$$

wo δ_{ma} und δ_{aa} einem Verschiebungsplane zu entnehmen sind, der nunmehr für den Belastungszustand $R = -1$ gezeichnet werden muß. Bei diesem Belastungsfalle entsteht $L = +1$; es greifen also an den Hauptträgern die Lasten

$$10)\qquad Z_m = 1 \frac{s_m e_0}{e_{m-1} e_m}$$

an. Sind die Hauptträger statisch bestimmt, so können die von den Lasten Z erzeugten Stützenwiderstände und Spannkräfte dieser Träger mit Hilfe der Gleichgewichtsbedingungen berechnet werden. Sind die Hauptträger statisch unbestimmt, so müssen Verschiebungspläne zur Verfügung stehen, die auch den Einfluß schräger Lasten zu verfolgen gestatten. Die bei vielen statischen Berechnungen ausreichenden Biegungslinien, welche nur die lotrechten Verschiebungen angeben, genügen nicht. Mann kann aus ihnen aber mit Hilfe des Stabzugverfahrens (G. S. II, S. 129)[5]) schnell einen vollständigen Verschiebungsplan herleiten. Auch das Verfahren von Williot und das Stabzugverfahren für sich allein (d. h. ohne Zuhilfenahme von Biegungslinien) kann von Vorteil sein. Zu beachten ist nur, daß man sich auf das zeichnerische Verfahren — namentlich bei höheren Graden statischer Unbestimmtheit — nicht allein verlassen darf; es ist unbedingt geboten, einzelne Verschiebungen durch Nachrechnung zu prüfen. Der Verfasser zieht Biegungslinien hauptsächlich aus dem Grunde vor, weil sie sich sehr übersichtlich und schnell durch Rechnung festlegen lassen. Die in unserer Untersuchung mitgeteilten Zahlenbeispiele werden dies zeigen. Im übrigen darf hier die Verwertung der ebenen Verschiebungspläne zur Berechnung der Stützenwiderstände und Spannungen in statisch unbestimmten ebenen Hauptträgern als bekannt vorausgesetzt werden, so daß der Spannungszustand $X_a = -1$ als gegeben angesehen werden darf. Es bleibt also nur noch zu zeigen, wie der die Verschiebungen δ_{ma} und δ_{aa} liefernde räumliche Verschiebungsplan für das aus den beiden Hauptträgern und den Windstreben bestehende räumliche Stabwerk gewonnen wird. Nach den in der Einleitung erklärten Bezeichnungen ist für einen Knotenpunkt i:

ζ_i die wagerechte Verschiebung in der Richtung der Brückenachse,

ξ_i die wagerechte Verschiebung rechtwinklig zur Brückenachse,

η_i' die lotrechte Verschiebung.

Hierzu tritt die Bezeichnung

η_i für die Projektion der durch Zusammensetzung von ζ_i und η_i' gewonnenen Verschiebung ii''' auf die Ebene der den Punkt i enthaltenden Tragwand.

Die Verschiebungen ξ_i und η_i können mit Hilfe eines ebenen Verschiebungsplanes nach einem der oben angeführten Verfahren ermittelt werden. Die vollständige Darstellung aller Verschiebungen erfordert dann nur noch die Lösung der folgenden einfachen Aufgabe:

Sei $mikr$ ein in die Bildebene gelegtes Fach des Windverbandes; gegeben seien ζ_m und ζ_i, gesucht ζ_k und ζ_r.

Durch ζ_m und ζ_i und durch die dem ebenen Verschiebungsplane des vorderen Hauptträgers zu entnehmenden Verschiebungen η_m, η_i sind die lotrechten Verschiebungen η_m' und η_i' bestimmt, und damit sind die Punkte i' und m' des lotrechten Verschiebungsplanes gegeben. Man ziehe nun $I'I'$ parallel zur Mittellinie II des Faches $mikr$, und trage von $I'I'$ aus auf den rechtwinklig zu $I'I'$ gezogenen Geraden $m'm'''$, $i'i'''$ die Strecken ab

$$\overline{m'''m''} = \zeta_m, \quad \overline{i'''i''} = \zeta_i.$$

Man gewinnt dadurch die Punkte m'' und i'' eines der Fachebene $mikr$ parallelen Verschiebungsplanes, dessen Punkt k'' nun mittels des von Williot für ebene Träger angegebenen Verfahrens festgelegt werden kann; seine Lage ist gegeben durch die Längenänderungen $\triangle d$ und $\triangle s$ der Stäbe mk und ik. Nach Ermittlung von $\zeta_k = \overline{k'''k''}$ erhält man $\zeta_r = \zeta_k - \triangle e$, wo $\triangle e$ die Längenänderung des Stabes rk bedeutet. In der Abbildung wurde $\triangle d$ positiv, $\triangle s$ sowie $\triangle e$ negativ angenommen. Da nun die Verschiebungen ζ der beiden Stützpunkte A_1 und A_2 gleich Null sind, kann man, von diesen beiden Punkten ausgehend, die räumlichen Verschiebungen sämtlicher Knotenpunkte bestimmen. Unsere Aufgabe ist damit gelöst; der Einfluß jeder an irgend einem Knotenpunkte des Tragwerks angreifenden Last läßt sich jetzt mittels Gleich. 9 bestimmen. Zu beachten ist, daß auch die in die Ebenen der Hauptträger fallenden Lasten Beiträge zu R und damit auch zu den Spannkräften in den Diagonalen des tonnenförmigen Windverbandes liefern; sie ergeben sich aus den Verschiebungen η und ξ.

Wir wollen nun die wichtigsten Sonderfälle eingehender untersuchen und auf verschiedene Vereinfachungen hinweisen.

4) Tritt außer L und R nur noch ein einziger wagerechter Stützenwiderstand H auf, so lassen sich L, R und H auf statischem Wege finden, ein Fall, der aber wohl ausgeschlossen werden darf.

5) Siehe auch Müller-Breslau „Beitrag zur Theorie der ebenen elastischen Träger" Zeitschr. des Architekt.- u. Ing.-Vereins zu Hannover, 1888, S. 606; dort wird das Stabzugverfahren entwickelt und auf vollwandige Träger angewendet.

Hinsichtlich der Biegungslinien verweise ich noch auf die Arbeiten: Mohr „Beitrag zur Theorie des Fachwerks" dieselbe Zeitschrift 1875 und Müller-Breslau „Beitrag zur Theorie des Fachwerks", dieselbe Zeitschrift 1885.

§ 3. Zweigelenkbogenbrücke mit senkrecht gestellten Hauptträgern und einem tonnenförmigen Windverbande.

1. Berechnung des Horizontalschubes infolge der Z-Kräfte (Abb. 3). Die in den Ebenen der Tragwände auftretenden Stützenwiderstände bezeichnen wir für den vorderen Träger mit A, B, H_A, H_B, für den hinteren mit A', B', H'_A, H'_B, die Querwiderstände wie in § 2 mit L und R. Der Windverband folge der unteren Gurtung. Der Linienzug $0\,1\,2\,3 \ldots (n-1)\,n$ in Abb. 3, II sei die dem Belastungszustande $H_A = H_B = -1$ entsprechende Biegungslinie der unteren Gurtung.[6] Die Längenänderungen der unteren Gurtung seien für diesen Belastungszustand gleich $\triangle u_1, \triangle u_2 \ldots$. Abb. 3, III zeigt den aus der Biegungslinie mit Hilfe des Stabzugverfahrens abgeleiteten Verschiebungsplan; er ist durch die Bemerkung erklärt, daß die durch einen Viertelkreis gekennzeichneten Winkel rechte Winkel sind, und entspricht dem Belastungszustande $H_B = -1$

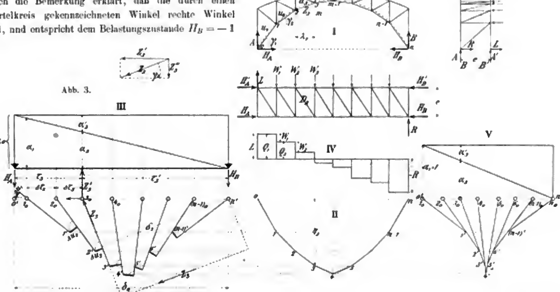


Abb. 3.

oder $H_A = -1$, je nachdem man das linke oder das rechte Kämpfergelenk als festliegend annimmt. In dem einen Falle ist der Punkt $0'$ der Pol des Verschiebungsplanes, im anderen der Punkt n'.[7] Soll nun beispielsweise der Einfluß der im Knotenpunkte 3 angreifenden, von der Spannkraft D_3 der dritten Winddiagonale herrührenden Belastung Z_3 auf H_A ermittelt werden, so bestimme man die Projektion δ_3 der Verschiebung $n'3'$ des Punktes 3 auf die Kraft Z_3. Man findet dann

$$H_A = \frac{Z_3 \delta_3}{\delta_n},$$

wo δ_n die Länge der Strecke $0'n'$ bedeutet.

Dreht man nun Z_3 um 90° nach rechts und überträgt diese Kraft so in den Verschiebungsplan, daß sie durch den Punkt $3'$ geht, so stellt das Produkt $Z_3 \delta_3$ das Moment von Z_3 in bezug auf den Pol n' dar; es sei positiv, wenn Z_3 rechts dreht. Die Angriffslinie von Z_3 deckt sich mit der im Verschiebungsplane bereits vorhandenen Normale zur Längenänderung $\triangle u_3$, sie schneide die Gerade $0'n'$ im Punkte 3_0, und in diesem Punkte werde Z_3 in zwei rechtwinklige Seitenkräfte zerlegt, deren eine mit $0'n'$ zusammenfällt. Die andere Seitenkraft sei Z'_m, sie ergibt sich aus der für Z_m abgeleiteten Formel, wenn s_m ersetzt wird durch die Feldweite λ_m. Bezeichnet man die Strecken $0'3_0$ und $3_0 n'$ mit r_3 und r'_3, so erhält man

$$H_A = +\frac{Z'_3 r'_3}{\delta_n},$$

und ganz ebenso folgt (weil Z'_3 um $0'$ links dreht)

$$H_B = -\frac{Z'_3 r_3}{\delta_n}.$$

H_A und H_B stimmen also der Größe nach mit den Auflagerwiderständen eines einfachen Balkens von der Spannweite δ_n überein, der an der Stelle 3_0 mit Z'_3 belastet wird. Um die Richtungen von H_A und H_B zu erhalten, müssen diese Auflagerwiderstände um 90° nach links gedreht werden, nämlich in demselben Sinne wie Z'_3 gedreht werden muß, um seine ursprüngliche Richtung wieder anzunehmen. Bezeichnet man die Ordinaten der Einflußlinien der Stützenwiderstände des Balkens $0'n'$ mit α und α', so erhält man

$$H_A = +Z'_3 \alpha_3, \quad H_B = -Z'_3 \alpha'_3.$$

Die Z-Kräfte erzeugen also im ganzen

$$11) \quad H_A = +\sum_1^n Z_m \alpha_m, \quad H_B = -\sum_1^n Z_m \alpha'_m.$$

Auch besteht die Beziehung

$$12) \quad H_A - H_B = \sum_1^n Z_m.$$

m bedeutet die Ordnungsziffer eines beliebigen Feldes. Die vorstehende Entwicklung gilt auch für den Fall schräg gestellter Hauptträger. Die Tragwand muß dann in die lotrechte Bildebene gedreht werden.

Bei senkrecht gestellten Tragwänden tritt eine wesentliche Vereinfachung dadurch ein, daß Gleichung 7) übergeht in

$$13) \quad Z_m = (L - \sum_0^{m-1} P)\frac{s_m}{e} - Q_m \frac{s_m}{e},$$

6) Der ebene Hauptträger wird dabei für sich allein betrachtet.

7) Im ersten Falle wird der Bogen bei der Herleitung des Verschiebungsplanes durch ein bei n angeordnetes wagerechtes Gleitlager statisch bestimmt gemacht. Punkt 0 liegt fest. Die Verschiebung eines Knotenpunktes m wird durch den Strahl $0'm'$ dargestellt. Die Projektion der Strecke $(m-1)'m'$ auf u_m muß gleich $\triangle u_m$ sein.

wo Q_m die Querkraft für das $m$te Fach des Windverbandes ist (Abb. 3, IV). Man erhält also

$$14)\qquad Z'_m = Q_m \frac{\lambda_m}{e}.$$

In der Regel haben alle Felder die gleiche Länge λ, und es ergibt sich dann

$$15)\qquad H_A = \frac{\lambda}{e} \sum_1^n Q_m \alpha_m ,$$

$$16)\qquad H_A - H_B = \frac{\lambda}{e} \sum_1^n Q_m .$$

Ganz ebenso werden H'_A und H'_B berechnet, sie weichen von H_A und H_B im allgemeinen etwas ab, weil Z_m am hinteren Hauptträger nicht im Knotenpunkte m, sondern in $m-1$ angreift.[8]) Man erkennt, daß die Punktreihe $0' 1_0 2_0 \ldots$ des hinteren Bogens das Spiegelbild der Punktreihe des vorderen Bogens ist, daß man also Abb. 3, III für beide Bögen benutzen kann.

Zahlenrechnungen zeigen nun, daß der Einfluß der Längenänderungen $\triangle u$ in Abb. 3, III auf die gegenseitige Lage der Punkte m_0 verhältnismäßig klein ist. Vernachlässigt man ihn, so gelangt man zu der äußerst einfachen Darstellung in Abb. 3, V. Die Punkte m_0 wurden hier mittels des Normalenzuges

$$0' 1' \perp u_1 ,\quad 1' 2' \perp u_2 ,\quad 2' 3' \perp u_3 , \ldots .$$

bestimmt. 1_0 fällt mit $0'$ zusammen, n_0 mit n'; die Punktreihen beider Bogen stimmen überein, und es ist gleichgültig, welche Anordnung man für die Diagonalen wählt. Man braucht die Punkte m_0 nicht mehr den Knotenpunkten zuzuordnen, sondern darf sie einfach den Feldern zuweisen.

Aber noch eine andere Vereinfachung ergibt sich bei der Benutzung der Abb. 3, V. Die Einflußlinie des Horizontalschubes H infolge lotrechter Belastung erhält man aus der Biegungslinie $0\,1\,2 \ldots (n-1)\,n$, indem man deren Ordinaten durch δ_n dividiert. Man braucht aber diese Division nicht auszuführen, denn die Werte α der Abb. 3, V sind unabhängig von dem Maßstabe der Biegungslinie. Man darf also die Punktreihe $1_0 2_0 \ldots n_0$ ohne weiteres mit Hilfe eines Normalenzuges aus der H-Linie ableiten. Die Ermittlung der Werte α ist dann mit wenigen Strichen ausführbar.

Will man die $\triangle u$ berücksichtigen und trotzdem an Stelle der η-Linie die H-Linie, die man ohnehin für die Ermittlung des Einflusses der lotrechten Lasten braucht, benutzen, so muß man überlegen, in welchem Maßstabe die $\triangle u$ aufgetragen werden müssen. Hierbei ist im allgemeinen dreierlei zu beachten: erstens die hinsichtlich der Querschnitte gemachte Annahme, zweitens der Faktor, durch den die zur Ermittlung der H-Linie benutzten elastischen Gewichte, die wir hier (zum Unterschiede von dem Winddrucke w auf die Längeneinheit der Stützweite) mit $\bar{w}$ bezeichnen wollen, etwa geteilt worden sind, drittens der Teiler δ_n. Wir wollen dies an zwei Zahlenbeispielen zeigen und dabei die $\triangle r$ mit Hilfe der aus der Abb. 3, III sich ergebenden Formel

$$17)\qquad \triangle r_m = \triangle u_m \sec \gamma_m + \eta_{m-1} (\operatorname{tg} \gamma_{m-1} - \operatorname{tg} \gamma_m)$$

berechnen, wo γ_m den Neigungswinkel des Gurtstabes u_m gegen die Wagerechte bedeutet.

8) H'_A und H'_B erhalten aber das entgegengesetzte Vorzeichen wie H_A und H_B.

1. Beispiel. Liegt der in Abb. 4 dargestellte Bogenträger vor, so darf man zur Berechnung der H-Linie die elastischen Gewichte nach den Formeln berechnen (G. S. II S. 207)

$$\bar{w}_m = \left(y_m + h_0 \frac{F_o}{F_u}\right) \frac{1}{h_m^2}$$

mit Ausnahme von

$$\bar{w}_5 = 2 \frac{y_5}{h_5^2} .$$

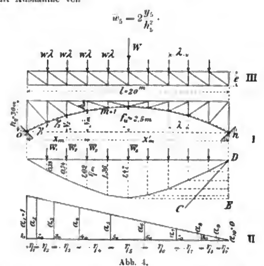


Abb. 4.

Man erhält die H-Linie, indem man die Ordinaten der den Gewichten $\bar{w}$ entsprechenden Momentenlinie dividiert durch

$$\sum_0^{10} z = 2\left(z_0 + \sum_1^4 z_m\right) + z_5 , \quad \text{wo}$$

$$z_0 = \frac{F_o}{F_u} , \quad z_m = \left(y_m^2 + h_0^2 \frac{F_o}{F_u}\right) \frac{l}{h_m^2} , \quad z_5 = 2 \frac{y_5^2}{h_5^2} .$$

Mit $F_o : F_u = 1$ ergeben sich die in die Abbildung eingeschriebenen Ordinaten der H-Linie.[9]) Der Divisor beträgt $\Sigma z = 183{,}56$. Hinsichtlich der Querschnitte der unteren Gurtung, welcher der Windverband folgen möge, wurde die Annahme gemacht

$$\frac{\sec^3 \gamma_m}{F_m} = \frac{1}{F_0} ,$$

wo F_o der Querschnitt der oberen Gurtung ist. Die Gewichte $\bar{w}$ wurden aus den die Biegungslinie liefernden Gewichten durch Division mit $\dfrac{\lambda}{EF_o}$ gewonnen. Da nun die Belastung $H = -1$ in der unteren Gurtung die Spannkraft $U_m = -\dfrac{h_0}{h_{m-1}} \sec \gamma_m$ erzeugt, so entsteht (mit $u_m = \lambda \sec \gamma_m$)

$$\triangle u_m \sec \gamma_m = \frac{U_m u_m}{EF_m} \sec \gamma_m = \frac{h_0 \lambda \sec^3 \gamma}{h_{m-1} EF_m} = \frac{h_o \lambda}{h_{m-1} EF_o} ,$$

und dieser Wert muß ersetzt werden durch

$$\triangle u_m \sec \gamma_m = \frac{h_o}{h_{m-1} \Sigma z} .$$

Man erhält also

$$18)\qquad \triangle r_m = \frac{h_0}{h_{m-1} \sum\limits_0^n z_m} + \eta_{m-1} (\operatorname{tg} \gamma_{m-1} - \operatorname{tg} \gamma_m).$$

Im vorliegenden Falle liegen die Knotenpunkte der unteren Gurtung in einer Parabel von der Pfeilhöhe $f = 2{,}5$ m. Es ist deshalb bei gleichlangen Feldern

9) Der vollständige Rechnungsansatz findet sich in meiner Graphischen Statik.

$$19)\quad \operatorname{tg}\varphi_{m-1} - \operatorname{tg}\varphi_m = \frac{4f\lambda}{l^2} = \frac{4\cdot 2{,}5\cdot 2{,}0}{20^2} = 0{,}10,$$

weiter ist $h_0 : \sum_0^n z_m = 3{,}0 : 183{,}356 = 0{,}01636$, und für die

Knotenpunkte	1	2	3	4	5
h_{m-1} =	3,0	2,1	1,4	0,9	0,6
$\frac{h_0}{h_{m-1}\Sigma z}$ =	0,005	0,008	0,012	0,018	0,027.

Man findet also

$$\begin{aligned}
\triangle z_1 &= 0{,}005 &&= 0{,}005\\
\triangle z_2 &= 0{,}008 + 0{,}038 &&= 0{,}045\\
\triangle z_3 &= 0{,}012 + 0{,}074 &&= 0{,}085\\
\triangle z_4 &= 0{,}018 + 0{,}109 &&= 0{,}127\\
\triangle z_5 &= 0{,}027 + 0{,}136 &&= 0{,}163\\
\triangle z_6 &= 0{,}027 + 0{,}147 &&= 0{,}174\\
\triangle z_7 &= 0{,}018 + 0{,}136 &&= 0{,}154\\
\triangle z_8 &= 0{,}012 + 0{,}109 &&= 0{,}121\\
\triangle z_9 &= 0{,}008 + 0{,}074 &&= 0{,}082\\
\triangle z_{10} &= 0{,}006 + 0{,}038 &&= 0{,}044\\
& &&\text{Summe } 1{,}000.
\end{aligned}$$

Die Probe lautet $\Sigma z = 1{,}000$; um diese Übereinstimmung zu erzielen, wurden die Werte $\triangle z_2$ und $\triangle z_3$ je um 0,001 erniedrigt. Der durch die Strecken $\triangle z$ nach Abb. 3, III bestimmten Punktreihe entsprechen folgende Werte α

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7	α_8	α_9	α_{10}
I.	0,99	0,95	0,87	0,74	0,58	0,40	0,25	0,13	0,04	0

Sehr einfach gestaltet sich hier die Berechnung der α für den Fall der Vernachlässigung der $\triangle u$. Da nämlich infolge der parabelförmigen Gurtung des Windverbandes $\operatorname{tg}\gamma_{m-1} - \operatorname{tg}\gamma_m$ einen festen Wert annimmt, ist $\triangle z_m$ proportional η_{m-1}. Man braucht also nur die Ordinaten η der H-Linie in irgend einem Maßstabe aneinanderzureihen und dann die Ziffern α nach Abb. 4, II zu bestimmen. Man findet für α_1 bis α_{10} die Werte

II. 1,00 0,96 0,87 0,74 0,59 0,42 0,26 0,13 0,04 0.

Sie weichen von den vorhin erhaltenen nur unwesentlich ab. Der Verfasser hat auf diesem an Einfachheit gewiß nichts zu wünschen übrig lassenden Wege auch bei flachen Kreisbögen (untersucht wurde u. a. einer von $^1/_7$ Stich) brauchbare Ergebnisse erhalten. Man muß bei der Vergleichung derartiger Zahlenreihen immer an die unsicheren Voraussetzungen denken, die hinsichtlich der Größe des Winddruckes gemacht werden, sodann an die vielen Zusatzspannungen (Nebenspannungen, Zwängungsspannungen), deren Berechnung schon an dem großen Zeitaufwand scheitert.

Für die Herleitung geschlossener Ausdrücke behufs Aufstellung von Näherungsformeln ist noch wichtig hervorzuheben, daß es in den meisten Fällen sogar zulässig ist, der Berechnung der Punktreihe $1_0 \ldots m_0 \ldots n_0$ eine parabelförmige H-Linie zugrunde zu legen. Wir schreiben dann

$$20)\quad .\ .\ .\ .\ .\quad \eta_m = Cm\,(n-m),$$

setzen den festen Wert C, dessen Größe gleichgültig ist, gleich 1 und finden für $n = 10$ der Reihe nach

$$\eta_1 = 1\cdot 9 = 9,\quad \eta_2 = 2\cdot 8 = 16,\quad \eta_3 = 3\cdot 7 = 21,$$
$$\eta_4 = 4\cdot 6 = 24,\quad \eta_5 = 5\cdot 5 = 25.$$

Diese Zahlen, welche für alle Brücken mit 10 gleichlangen Feldern gelten, deren Windgurtung nicht zu sehr von der Parabel abweicht, werden aneinandergereiht und liefern für α_1 bis α_{10} die Werte

III. 1,00 0,95 0,85 0,72 0,58 0,42 0,28, 0,15 0,05 0;

sie stimmen mit den oben berechneten Werten genügend überein. — Die allgemeine Formel für α lautet

$$\alpha_m = 1 - \alpha'_m,\quad \alpha'_m = \frac{(m-1)\,m\,(3n+1-2m)}{(n-1)n\,(n+1)}.$$

Man braucht nur die Hälfte der Werte α zu berechnen. Hat man z. B. für $n = 10$ die Zahl $\alpha_3 = 1 - 0{,}15 = 0{,}85$ gefunden, so ist $\alpha_7 = 0{,}15$.

Bei der Herleitung geschlossener Formeln werden wir häufig mit unendlich kleinen Feldern rechnen. Wir schreiben dann dem Knotenpunkte m, dessen Koordinaten x, y seien, einen Punkt m_0 zu, der die Strecke $0_0 - n_0 = 1$ so in z und z' zerlegt, daß

$$21)\qquad z = \frac{\int_0^x y\,dx}{\int_0^l y\,dx}$$

ist, wo

$$22)\qquad y = \frac{4fx\,(l-x)}{l^2}$$

gesetzt wird. Es ergibt sich dann

$$23)\qquad \alpha' = z = \frac{x^2}{l^2}\left(3 - 2\frac{x}{l}\right)$$

und mittels der Formel $H_B = -\frac{\lambda}{e}\Sigma Q\alpha'$

$$24)\qquad H_B = -\frac{1}{e}\int_0^l Q\,\frac{x^2}{l^2}\left(3 - 2\frac{x}{l}\right)dx.$$

$$25)\qquad H_A - H_B = \frac{1}{e}\int_0^l Q\,dx.$$

Wir wollen nun die gewonnenen Ergebnisse auf den in Abb. 4, III dargestellten bestimmten Belastungsfall anwenden. Es greife am Windverbande eine gleichförmig verteilte Belastung w für die Längeneinheit der Stützweite l an und außerdem in der Mitte eine Einzellast W. Die Querkraft wird dann

$$\text{für } x < \frac{l}{2}\qquad Q = +\frac{W}{2} + w\left(\frac{l}{2} - x\right)$$
$$\text{für } x > \frac{l}{2}\qquad Q = -\frac{W}{2} + w\left(\frac{l}{2} - x\right).$$

Die Einsetzung dieser Werte in die Gleich. 24) und 25) liefert

$$26)\quad H_A = H_B = \frac{5}{32}\,\frac{Wl}{e} + \frac{wl^2}{10e} = 0{,}156\,\frac{Wl}{e} + 0{,}10\,\frac{wl^2}{e}.$$

Rechnet man mit Einzelkräften, so findet man infolge von w die Querkräfte der 10 Felder

$$\pm\tfrac{9}{2}w\lambda,\quad \pm\tfrac{7}{2}w\lambda,\quad \pm\tfrac{5}{2}w\lambda,\quad \pm\tfrac{3}{2}w\lambda,\quad \pm\tfrac{1}{2}w\lambda.$$

Die oberen Vorzeichen gelten für die linke Hälfte, die unteren für die rechte Hälfte. Es ergibt sich dann, da der Inhalt $\Sigma Q\lambda$ der Querkraftsfläche gleich Null ist,

$$27)\quad H_A = H_B = \frac{W\lambda}{2e}\left[\begin{matrix}\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 - \alpha_6 - \alpha_7\\ - \alpha_8 - \alpha_9 - \alpha_{10}\end{matrix}\right]$$
$$+ \frac{w\lambda}{2}\left[\begin{matrix}9(\alpha_1 - \alpha_{10}) + 7(\alpha_2 - \alpha_9) + 5(\alpha_3 - \alpha_8)\\ + 3(\alpha_4 - \alpha_7) + 1(\alpha_5 - \alpha_6)\end{matrix}\right].$$

Die unter I, II, III zusammengestellten Werte α liefern mit $\lambda = \frac{l}{10}$

$$\text{I.}\quad H = 0{,}165\,\frac{Wl}{e} + 0{,}103\,\frac{wl^2}{e},$$
$$\text{II.}\quad H = 0{,}165\,\frac{Wl}{e} + 0{,}103\,\frac{wl^2}{e},$$
$$\text{III.}\quad H = 0{,}160\,\frac{Wl}{e} + 0{,}101\,\frac{wl^2}{e}.$$

Die Werte I und II stimmen zufällig überein und unterscheiden sich nur unwesentlich von III; selbst das erste Glied der Formel 26) weicht von I nur etwa um 6 vH. ab.

2. **Beispiel.** Für den Sichelträger in Abb. 5 empfehlen sich die Formeln

$$w_m = \frac{y_m}{r_m^2}, \qquad z_m = y_m w_m,$$

Abb. 5.

wo r_m das Lot von m auf den gegenüberliegenden Gurtstab ist. Eine Ausnahme bildet der erste Knotenpunkt; hier wird

$$w_1 = \frac{y_1}{r_1^2} + \frac{1}{2}\frac{y'}{r'^2}, \qquad z_1 = \frac{y_1^2}{r_1^2} + \frac{1}{2}\frac{y'^2}{r'^2}.$$

y' ist die Ordinate des senkrecht über 1 liegenden Punktes 1' der oberen Gurtung und r' das Lot von 1' auf die Verlängerung des Untergurtstabes. Liegen die Knotenpunkte der Gurtungen in Parabeln von den Pfeilhöhen 4 und 2,5 m, so ergibt sich für die Knotenpunkte (G. S. II. S. 201, Fig. 206)

	2	4	6	8	10
$\eta_m =$	0,53	0,77	0,91	0,99	1,02.

Die Formel für $\triangle \tau$ lautet, da der Windverband der gedrückten oberen Gurtung folgt,

$$28)\quad \triangle \tau_m = -\frac{y_{m-1}}{r_{m-1}\Sigma z}\sec\beta_m + \eta_{m-1}(\operatorname{tg}\beta_{m-2} - \operatorname{tg}\beta_m),$$

wo
$$\operatorname{tg}\beta_{m-2} - \operatorname{tg}\beta_m = \frac{8f\lambda}{l^2} = 0{,}16$$

und $\Sigma z = 114{,}52$ ist. Man erhält für

$m =$	2	4	6	8	10
$y_{m-1} =$	0,475	1,275	1,875	2,275	2,475
$\sec\beta_m =$	1,232	1,146	1,077	1,028	1,003
$r_{m-1} =$	0,20	0,63	1,01	1,29	1,44
$\frac{y_{m-1}\sec\beta_m}{r_{m-1}\Sigma z} =$	0,0256	0,0203	0,0175	0,0158	0,0151

$$\begin{aligned}
\triangle \tau_2 &= -0{,}0256 &&= -0{,}026\\
\triangle \tau_4 &= -0{,}0203 + 0{,}53 \cdot 0{,}16 &&= +0{,}065\\
\triangle \tau_6 &= -0{,}0175 + 0{,}77 \cdot 0{,}16 &&= +0{,}106\\
\triangle \tau_8 &= -0{,}0158 + 0{,}91 \cdot 0{,}16 &&= +0{,}130\\
\triangle \tau_{10} &= -0{,}0151 + 0{,}99 \cdot 0{,}16 &&= +0{,}143\\
\triangle \tau_{12} &= -0{,}0151 + 1{,}02 \cdot 0{,}16 &&= +0{,}148\\
\triangle \tau_{14} &= -0{,}0158 + 0{,}99 \cdot 0{,}16 &&= +0{,}143\\
\triangle \tau_{16} &= -0{,}0175 + 0{,}91 \cdot 0{,}16 &&= +0{,}128\\
\triangle \tau_{18} &= -0{,}0203 + 0{,}77 \cdot 0{,}16 &&= +0{,}103\\
\triangle \tau_{20} &= -0{,}0256 + 0{,}53 \cdot 0{,}16 &&= +0{,}060\\
& & \Sigma \triangle \tau &= 1{,}000.
\end{aligned}$$

Die durch diese Werte $\triangle \tau$ bestimmte Punktreihe liefert folgende Zahlen α

$\alpha = 1{,}03$ 0,96 0,85 0,73 0,58 0,43 0,29 0,16 0,06;

sie weichen nur wenig von den vorhin gefundenen ab. Für den Belastungsfall in Abb. 4, III führen sie zu dem Werte

$$H = 0{,}160\,\frac{Pl}{e} + 0{,}102\,\frac{wl^2}{e},$$

der mit dem vorhin unter III gefundenen fast genau übereinstimmt. Unsere beiden Zahlenbeispiele beziehen sich auf Bogenträger, deren H-Linien verhältnismäßig stark von der Parabel abweichen. Trotzdem gab die Ermittlung der Zahlen α auf Grund einer durch die Gleichung 20) bestimmten parabolischen Punktreihe brauchbare Werte. Für Bogenträger mit wenig veränderlicher Höhe (Abb. 17), deren H-Linien nahezu parabelförmig sind, ist die Gleichung 20) natürlich erst recht zulässig. Bedingung ist nach den vom Verfasser angestellten Untersuchungen nur, daß die Gurtung, welcher der Windverband folgt, nicht zu sehr von der Parabel abweicht. Bei größerer Abweichung ermittle man die α nach Abb. 3, V aus der H-Linie mit Hilfe eines Normalenzuges, ein Verfahren, das ebenfalls schnell zum Ziele führt.

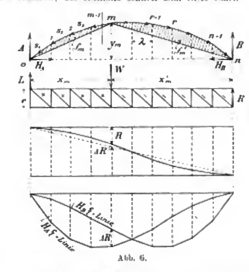


Abb. 6.

2. Einflußlinien für H_A und H_B. Es bleibe dahingestellt, ob der Windverband die oberen oder unteren Gurtungen verbinde. Die Gurtstablänge sei s_m. Greift nur eine einzige seitliche Belastung W_m an, Abb. 6, so ist für die Fache links von W_m die Querkraft $Q = +L = W_m - R$, rechts davon $Q = -R$, und man erhält daher nach Gleichung 15)

$$29)\quad H_A = \frac{L}{e}\sum_1^m \alpha\lambda - \frac{R}{e}\sum_{m+1}^n \alpha\lambda = \frac{W_m}{e}\sum_1^m \alpha\lambda - \frac{R}{e}\sum_1^n \alpha\lambda.$$

Bei gleich langen Feldern ist

$$H_A\frac{e}{\lambda} = W_m\sum_1^m \alpha - R\sum_1^n \alpha.$$

Für symmetrische Anordnungen ist $\sum_1^n \alpha = \sum_1^n \alpha'$; man findet dann

$$\alpha + \alpha' = 1,\ \sum_1^n(\alpha + \alpha') = n \text{ und } \sum_1^n \alpha = \sum_1^n \alpha' = \frac{n}{2}\ ^{10)}$$

mithin

$$30)\quad H_A\frac{e}{\lambda} = W_m\sum_1^m \alpha - \frac{R}{2}n \text{ und } H_B\frac{e}{\lambda} = -W_m\sum_1^m \alpha' + \frac{R}{2}n.$$

Ist es zulässig, die α mittels einer parabolischen Punktreihe zu berechnen, so darf man auch setzen

10) Auch bei der infolge der unsymmetrischen Anordnung des Windverbandes unsymmetrischen Punktreihe 1, Seite 127, ist diese Formel zulässig.

$$H_B e = -W_m \int_0^{x_m} \alpha' dx + R\frac{l}{2} = -W_m \int_0^{x_m} \frac{3lx^2 - 2x^3}{l^3} + R\frac{l}{2}.$$

Das gibt die bequeme Formel

31) $$H_B \frac{e}{l} = \frac{1}{2}R - W_m \frac{x_m^2}{l^2}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{x_m}{l}\right).$$

Für eine durch das linke Kämpfergelenk des hinteren Bogens gelegte lotrechte Drehachse lautet die Momentengleichung

$$W_m x_m - Rl - (H_A - H_B)e = 0.$$

Bezeichnet man mit

$$R_0 = W_m \frac{x_m}{l}$$

den rechtsseitigen Querwiderstand für den Fall, daß die wagerechte Projektion des Windträgers als einfacher Balken aufgefaßt wird, so erhält man die Beziehung

32) $$(H_A - H_B)\frac{e}{l} = R_0 - R = \triangle R;$$

sie läßt sich auch aus den Gleichungen 30 folgern und ist besonders wichtig für symmetrische Anordnungen. Dann genügt es nämlich, nach Abb. 6 die Einflußlinien für R und $H_A \frac{e}{l}$ zunächst nur für die eine Hälfte der Brücke zu berechnen. Mit Hilfe der $\triangle R$ zeichne man dann die $H_B \frac{e}{l}$-Linie für diese Hälfte und trage nun die Linien für die rechte Hälfte auf. Dieses Verfahren ist bei symmetrischen Hauptträgern auch dann zulässig, wenn der Windverband die in der Abb. 6 angenommene unsymmetrische Form hat.

3. Einflußlinien für A und B. Für die weitere Untersuchung ist der Satz von Wichtigkeit: Das Moment eines Kräftezuges $ABCDE$ (Abb. 7) in bezug auf einen Punkt O ist gleich dem doppelten Inhalte der von dem Kräftezuge und den Geraden OA und OE begrenzten Fläche. Da nämlich links von der Last W_m (Abb. 6)

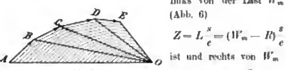


Abb. 7.

$$Z = L\frac{s}{e} = (W_m - R)\frac{s}{e}$$

ist und rechts von W_m

$$Z = -R\frac{s}{e},$$

so kann man bei der Berechnung von B aus der Momentengleichung für das linke Kämpfergelenk wie folgt verfahren. Man betrachtet die ganze Gurtung $n(n-1) \ldots m \ldots 2\text{-}1\text{-}0$ als Kräftezug, bildet dessen Moment und multipliziert dieses mit $\frac{-R}{e}$; und hierzu fügt man das mit $\frac{W_m}{e}$ multiplizierte Moment des links von m gelegenen Teiles der Gurtung. Bezeichnet man mit $\mathfrak{F}_n$ den Inhalt der von der Gurtung und der Verbindungslinie der Kämpfergelenke begrenzten Fläche und mit $\mathfrak{F}_m$ den Inhalt der in der Abbildung schraffierten Fläche zwischen der Gurtung $0m$ und der Geraden $0m$, so lautet die Momentengleichung für den Punkt 0

$$Bl - \frac{R}{e}2\mathfrak{F}_n + \frac{W_m}{e}2\mathfrak{F}_m = 0$$

und man erhält

33) $$B = \frac{2}{el}(R\mathfrak{F}_n - W_m\mathfrak{F}_m).$$

Zur Berechnung von A dient nun die Momentengleichung in bezug auf die Verbindungslinie der Kämpfergelenke des hinteren Bogens

34) $$(A + B)e = W_m y_m.$$

Der Inhalt des zu s_m gehörigen Teiles von $\mathfrak{F}_m$ ist (nach Abb. 8) $= \frac{1}{2} y'_m \lambda_m$. Bei gleichlangen Feldern findet man, wegen $\mathfrak{F}_n = \lambda \sum_1^{n-1} y$

35) $$B = \frac{1}{ne}\left(2R\sum_1^{n-1} y - P\sum_2^{m} y'\right).$$

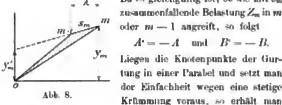


Abb. 8.

Da es gleichgültig ist, ob die mit s_m zusammenfallende Belastung Z_m in m oder $m-1$ angreift, so folgt

$$A' = -A \quad \text{und} \quad B' = -B.$$

Liegen die Knotenpunkte der Gurtung in einer Parabel und setzt man der Einfachheit wegen eine stetige Krümmung voraus, so erhält man

$$\mathfrak{F}_n = \frac{2fl}{3} \quad \text{und} \quad \mathfrak{F}_m = \mathfrak{F}_n \frac{x^3}{l_3},$$

mithin

36) $$B = \frac{4}{3}\frac{f}{e}\left(R - W\frac{x^3}{l^3}\right).$$

Will man genauer rechnen, so beachte man, daß der Inhalt des durch die Sehne s_m und die Parabel begrenzten Abschnitts $= \frac{2fl}{3}\frac{\lambda_m^3}{l^3}$ ist. Bei gleichlangen Feldern findet man dann

$$\mathfrak{F}_n = \frac{2fl}{3}\left(1 - n \cdot \frac{1}{n^3}\right) \quad \mathfrak{F}_m = \frac{2fl}{3}\left(\frac{m^3}{n^3} - m \cdot \frac{1}{n^3}\right)$$

37) $$B = \frac{4}{3}\frac{n^2-1}{n^2}\frac{f}{e}\left[R - W_m \frac{m(m^2-1)}{n(n^2-1)}\right].$$

4. Einflußlinien für die Angriffsmomente und die Spannkräfte in den Stäben der Hauptträger. Das Angriffsmoment für einen der Gurtung des Windverbandes angehörigen Knotenpunkt m, der nicht Angriffspunkt der Einzellast W_m zu sein braucht, dann aber links von W liegen muß, ist

38) $$M_m = Ax_m - H_A y_m - \frac{L}{e}2\mathfrak{F}_m.$$

Für einen rechts von W gelegenen Punkt m ist

39) $$M_m = Bx'_m - H_B y_m - \frac{R}{e}2\mathfrak{F}_m.$$

Nun werde durch das m^{te} Feld ein lotrechter Schnitt geführt und die Summe $\mathfrak{H}_m$ der am linken oder am rechten Trägerteile angreifenden wagerechten Kräfte gebildet und Horizontalkraft genannt. Sie sei im Sinne von H_A bezw. H_B positiv angenommen. Bei der in Abb. 6 vorausgesetzten Anordnung des Windverbandes findet man für den vorderen Träger für einen Schnitt links von W

40) $$\mathfrak{H}_m = H_A - \sum_1^{m-1} Z' = H_A - \frac{L}{e}x_{m-1}$$

und für einen Schnitt rechts von W

40a) $$\mathfrak{H}_m = H_B - \frac{R}{e}x'_{m-1}$$

und für den hinteren Träger (mit $H'_A = -H_A$ und $H'_B = -H_B$)

41) $$\mathfrak{H}'_m = -H_A + \frac{L}{e}x_m,$$

41a) $$\mathfrak{H}'_m = -H_B + \frac{R}{e}x'_m,$$

denn die Belastung $Z'_m = \frac{L}{e}\lambda_m$ greift vorn in m und hinten in $(m-1)$ an.

Für den in Abb. 14 dargestellten Windverband mit Halbdiagonalen ist ebenfalls $D = Q\frac{d}{e}$, $Z = Q\frac{s}{e}$, $Z' = Q\frac{\lambda}{e}$; man erhält links, bezw. rechts von W

42) $\mathfrak{H}_m = -\mathfrak{H}'_m = H_A - \frac{L}{e}x_m$ bezw. $H_B - \frac{R}{e}x'_m$.

Am üblichsten ist wohl die Anordnung zweier sich kreuzender steifer Diagonalen, Abb. 9. Zwischen den Längenänderungen

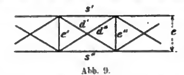


Abb. 9.

der Stäbe eines Faches besteht mit den in der Abbildung angegebenen Bezeichnungen die Beziehung

$$(\Delta d' + \Delta d'')d = (\Delta s' + \Delta s'')s + (\Delta e' + \Delta e'')e;$$

sie wird bei symmetrischen Hauptträgern erfüllt, sobald

$$D' = -D''$$

gesetzt wird und die Querriegel spannungslos angenommen werden. Es ergeben sich dann für die beiden Hauptträger entgegengesetzt gleiche Beanspruchungen, und es wird deshalb $\Delta s' = -\Delta s''$. Im $m$ten Felde greift links von W sowohl vorn als hinten in jedem der beiden Knotenpunkte $(m-1)$ und m die wagerechte Last $\frac{1}{2}L\frac{\lambda_m}{e}$ an, und man findet daher links, bezw. rechts von W

43) $$\mathfrak{H}_m = -\mathfrak{H}'_m = H^A - \frac{L}{e}\left(x_{m-1} + \frac{\lambda_m}{2}\right),$$ bezw. $$H_B - \frac{R}{e}\left(x'_m + \frac{\lambda_m}{2}\right).$$

Aus den Momenten M und Kräften $\mathfrak{H}$ lassen sich nun die Spannkräfte in den Gurtstäben des vorderen Trägers unter der Annahme linkssteigender Diagonalen (Abb. 10) wie folgt berechnen.[11)]

a) Der Windverband liegt in der unteren Gurtung. Die Gleich. 38 u. 39 gelten für die Momente M''_m.

Abb. 10.

44) $$\begin{cases} O_m\cos\beta_m = -\frac{M''_m}{h_m}, \\ U_{m+1}\cos\gamma_{m+1} = -O_m\cos\beta - \mathfrak{H}_{m+1} \end{cases}$$

45) $$\begin{cases} D_m\cos\varphi_m = +\frac{M''_m}{h_m} - \frac{M''_{m-1}}{h_{m-1}}, \\ V_m\lambda_{m+1} = +M''_m\frac{h'_m}{h_m} - M''_{m+1} \end{cases}$$

b) Der Windverband liegt in der oberen Gurtung. Die Gleich. 38 und 39 gelten für die Momente M^o_m.[12)]

46) $$\begin{cases} U_{m+1}\cos\gamma_{m+1} = +\frac{M^o_m}{h_m}, \\ O_m\cos\beta_m = -U_{m+1}\cos\gamma_{m+1} - \mathfrak{H}_m \end{cases}$$

47) $$\begin{cases} D_m\cos\varphi_m = +\frac{M^o_m}{h_m} - \frac{M^o_{m-1}}{h_{m-1}}, \\ V_m\lambda_m = -M^o_m\frac{h^l_m}{h_m} + M^o_{m-1}. \end{cases}$$

5. Einflußlinie für R. Die abgeleiteten Formeln enthalten nur noch die Unbekannte R. Zur Ermittlung der Einflußlinie für

$$R = X_a = P_m\frac{\delta_{ma}}{\delta_{aa}}$$

nehmen wir an Stelle des Belastungszustandes $X_a = -1$ den bequemeren Zustand $X_a = -e$ an, Abb. 11. Das Verhältnis

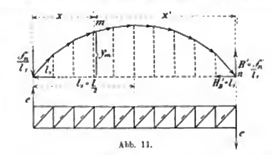


Abb. 11.

$\delta_{ma}:\delta_{aa}$ wird hierdurch nicht beeinflußt. Es entsteht dann $Q = +e$ und $Z_m = +s_m$. Der Stabzug der Windgurtung wird zugleich Kräftezug. Wir betrachten den hinteren Hauptträger und nehmen rechtssteigende Winddiagonalen an. Ist der Träger symmetrisch, was hier angenommen werden möge, so ergibt sich $H'_B = -H'_A = \frac{l}{2} - l_1$. Die Bedingung $A' + B' = 0$ und die Momentengleichung für den Punkt 0 liefern

$$B' = -A' = -\frac{2\mathfrak{F}_a}{l} = -\frac{\mathfrak{F}_a}{l_1}.$$

Querkraft und Horizontalkraft für den Scheitel sind

$$\mathfrak{Q}_s = \frac{\mathfrak{F}_a}{l_1} - f, \quad \mathfrak{H}_s = +l_1 - l_1 = 0.$$

Das Angriffsmoment für einen Knotenpunkt m der dem Windverbande angehörigen Gurtung ist, vom Scheitel aus gebildet, Abb. 12,

48) $$M_m = \mathfrak{Q}_s x''_m - 2\mathfrak{F}''_m = \left(\frac{\mathfrak{F}_a}{l_1} - f\right)x''_m - 2\mathfrak{F}''_m.$$

wo $\mathfrak{F}''_m$ den Inhalt der in Abb. 12 schraffierten Fläche bedeutet.

Die Momente M_m der beiden Hauptträger unterscheiden sich nur durch das Vorzeichen, und weiter erkennt man ohne weiteres, daß die Momente für symmetrisch gelegene Knotenpunkte der beiden Hälften eines Trägers ebenfalls entgegengesetzt gleich sind. Gleichung 48 gilt für die in den Abb. 6, 9 und 15 dargestellten Anordnungen des Windverbandes. Dagegen ist es für die Berechnung der Horizontalkräfte nicht gleichgültig, ob die zu dem $m$ten Felde gehörige Belastung $Z_m = s_m$ in $m-1$ oder m oder zur Hälfte in $(m-1)$ und m angreift. Man erhält in dem in Abb. 11 dargestellten Falle

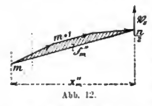


Abb. 12.

49) $$\begin{cases} \mathfrak{H}_m = -x''_{m-1} & \text{für den hinteren Träger,} \\ \mathfrak{H}_m = +x''_m & \text{„ „ vorderen „} \end{cases}$$

11) Sieh Müller-Breslau, Graphische Statik, Bd. II 1903 S. 487.

12) Wir schreiben M^o, um einer Verwechslung mit M_0 (Zeiger Null) vorzubeugen.

für den Fall in Abb. 9

$$50)\quad \begin{cases} \mathfrak{H}_m = -\left(x''_m + \frac{\lambda_m}{2}\right) & \text{für den hinteren Träger,} \\ \mathfrak{H}_m = -\left(x''_m + \frac{\lambda_m}{2}\right) & \text{„ „ vorderen „} \end{cases}$$

und für den Fall in Abb. 15

$$51)\quad \begin{cases} \mathfrak{H}_m = -\, x''_m & \text{für den hinteren Träger,} \\ \mathfrak{H}_m = +\, x''_m & \text{„ „ vorderen „} \end{cases}$$

In den beiden letzten Fällen unterscheiden sich die Beanspruchungen des hinteren und vorderen Trägers nur durch das Vorzeichen, ebenso die der linken und rechten Hälfte eines und desselben Trägers, und es genügt daher, die linke Hälfte des hinteren Trägers zu untersuchen. Aber auch in den bei Windverbänden mit sich kreuzenden Flacheisen-Diagonalen vorkommenden Fällen Abb. 6 und Abb. 11 empfiehlt sich diese Beschränkung auf die Berechnung der einen Trägerhälfte.

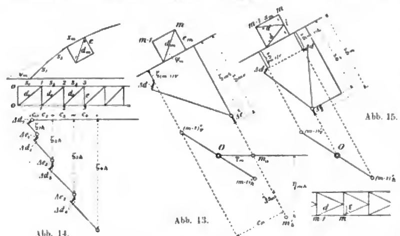


Abb. 14. Abb. 13. Abb. 15.

Für eine parabelförmige Windgurtung läßt sich die Formel für M_m noch erheblich vereinfachen. Wird zunächst eine stetig gekrümmte Parabel angenommen, so ergibt sich

$$52)\quad 2\,\mathfrak{F}_n = \frac{4fl}{3}, \quad 2\,\mathfrak{F}''_m = 2\,\mathfrak{F}_n \frac{x''^3}{l^3}, \quad B' = -A' = \frac{4f}{3}.$$

Von diesen Werten sind nun Beträge $\triangle\mathfrak{F}_n$ und $\triangle\mathfrak{F}''_m$ in Abzug zu bringen, welche gleich den entsprechenden Summen der Inhalte der von den Sehnen s_m abgetrennten Parabelabschnitte sind. Man erhält, wenn man $\frac{1}{2}l = l_1$ setzt,

$$M_m = \frac{f}{3}x''_m\left(1 - \frac{x''^2_m}{l_1^2}\right) - 2\left(\triangle\mathfrak{F}_n \frac{x''_m}{l} - \triangle\mathfrak{F}''_m\right).$$

Haben alle Felder dieselbe Weite λ, so sind die abgetrennten Parabelabschnitte gleich groß, und es ist dann

$$\triangle\mathfrak{F}''_m : \triangle\mathfrak{F}_n = x''_m : l,$$

folglich

$$53)\quad M_m = f\frac{x''_m}{3}\left(1 - \frac{x''^2_m}{l_1^2}\right).\ [13]$$

Da nun

$$y_m = f\left(1 - \frac{x''^2_m}{l_1^2}\right)$$

ist, so findet man die einfache Formel

$$54)\quad M_m = \tfrac{1}{3}\, y_m\, x''_m.$$

Aus den Momenten M_m und Kräften $\mathfrak{H}_m$ lassen sich nun die O, U, D und V mittels der Formeln 44 bis 47 berechnen.

13) Man darf diese Gleichung auch dann benutzen, wenn die beiden Endfelder eine von λ etwas abweichende Länge haben.

Ist dies geschehen und sind auch die von diesen Spannkräften herrührenden Längenänderungen $\triangle o$, $\triangle u$, $\triangle d$, $\triangle h$ bestimmt worden, so können die ebenen Verschiebungspläne für die Hauptträger gezeichnet werden; sie mögen für den Knotenpunkt m des hinteren und den Knotenpunkt $m-1$ des vorderen Hauptträgers die Verschiebungen Om'_h und $O(m-1)_v$ liefern, Abb. 13. Ist dann die zur Brückenachse rechtwinklige wagerechte Verschiebung $\zeta_{(m-1)v}$ des vorderen Knotenpunktes $(m-1)$ bekannt, so liefert der Verschiebungsplan für das in die Bildebene gelegte $m$te Fach des Windverbandes die Verschiebungen ζ_{mh} und ζ_{mv}; beide Werte sind bestimmt durch die Längenänderungen $\triangle d_m$ und $\triangle e_m$ von Diagonale und Querriegel. Die Projektion der Strecke $(m-1)'_v - m_h$ auf die Richtung des Gurtstabes s_m bezeichnen wir mit e_m. Den tonnenförmigen Windverband strecken wir aus, indem wir nach Abb. 14 alle Fächer aneinandergereiht in die Bildebene legen; die Strecken e_m reihen wir auf einer Wagerechten aneinander und ermitteln dann, von $\zeta_{0v} = 0$ ausgehend auf die in der Abbildung angegebene Weise der Reihe nach die übrigen Werte ζ.

Die für den Angriffspunkt n von R gefundene Verschiebung ζ_n gibt dann den Wert δ_{an} für $R = Q_a = -e$ an.

Die Verbindungslinie der Punkte $(m-1)'_v$ und $(m-1)'_h$ des Verschiebungsplanes geht durch den Pol O und wird bei symmetrischen Anordnungen durch O halbiert. Wir empfehlen aber auch für die in den Abb. 6 u. 11 dargestellten Fälle den Verschiebungsplan nur für den hinteren Träger zu zeichnen und dann $O_{mv'} = O_{mh'}$ anzunehmen. Bezeichnet man (wie schon früher in Abb. 3, III) mit m_0 den Punkt, in welchem die durch m'_h zu s_m rechtwinklig gezogene Gerade die Wagerechte durch den Pol O schneidet, ferner mit $\mathfrak{r}_m$ den Abstand des Punktes von O und mit ψ_m den Neigungswinkel von s_m gegen die Wagerechte, so ist

$$55)\quad e_m = 2\,\mathfrak{r}_m \cos\psi - \triangle s_m.$$

Die Werte $\mathfrak{r}_m$ aber lassen sich aus den senkrechten Verschiebungen η_m mit Hilfe der Formel (sieh Gleichung 17)

$$56)\quad \triangle\mathfrak{r}_m = \mathfrak{r}_m - \mathfrak{r}_{m-1} = \eta_{m-1}(\operatorname{tg}\psi_m - \operatorname{tg}\psi_{m-1}) + \triangle s_m \sec\psi_m$$

berechnen. Der erste Wert ist $\mathfrak{r}_1 = \triangle s_1 \sec\psi_1$. Die wagerechte Verschiebung des Punktes m_h ist

$$57)\quad \xi = \mathfrak{r}_m + \eta_m \operatorname{tg}\psi_m.$$

Zur Berechnung der Verschiebungen ζ dienen die Formeln

$$58)\quad \zeta_{mh} = \zeta_{(m-1)v} + \frac{\triangle d_m}{\sin\varphi_m} + e_m \operatorname{cotg}\varphi_m$$

$$59)\quad \zeta_{mv} = \zeta_{mh} + \triangle e_m$$

Ist der Hauptträger symmetrisch in bezug auf die Senkrechte durch die Mitte, so unterscheiden sich die Verschiebungen η entsprechender Punkte der linken und rechten Hälfte nur durch das Vorzeichen; für den Scheitel ist $\eta = 0$. Die Verschiebungen ξ entsprechender Punkte stimmen nach Größe und Richtung überein. Es genügt also, die Biegungslinie für die Hälfte des hinteren Trägers zu ermitteln. Der für den Scheitel gefundene Wert ζ ist dann gleich $\frac{1}{2}\,\delta_{aa}$.

In Abb. 14 haben wir noch den Fall eines Windverbandes mit Halbdiagonalen behandelt. Die Spannkräfte in den Diagonalen und Querstäben infolge $R = -c$ sind wieder gleich den Stablängen; die Vorzeichen sind in die Abbildung eingetragen worden. Die Länge der Querriegel bleibt unverändert, weil in den beiden Hälften entgegengesetzt gleiche Spannkräfte entstehen. Es ist also $\zeta_{mv} = \zeta_{mh} = \zeta_m$. An die Stelle von c_m tritt die Projektion der Strecke $O(m-1)_v' = O(m-1)_h'$ auf die Richtung von s_m.

Am üblichsten ist wohl die Anordnung zweier sich kreuzenden steifen Diagonalen. Die Verschiebungen $\zeta_{mv} = \zeta_{mh}$ erhält man auf dem für den Fall einfacher Diagonalen in den Abb. 13 und 14 beschriebenen Wege; die Längenänderungen $\triangle d$ sind jedoch nur halb so groß wie vorhin.

Die Berechnung der Biegungslinien der Hauptträger werden wir in unseren Zahlenbeispielen unter der die Rechnung sehr abkürzenden Annahme starrer Füllungsstäbe (G. S. II, § 7) durchführen. Liegt beispielsweise ein Ständerfachwerk vor, so gilt für die elastischen Gewichte die Formel

$$60)\qquad \overline{w}_m = \left(\frac{M_m^u}{h_m^2}\frac{\sec^3\beta_m}{EF_{om}} + \frac{M_m^o}{h_m^2}\frac{\sec^3\gamma_{m+1}}{EF_{u(m+1)}}\right)\lambda,$$

wo F_{om} und $F_{u(m+1)}$ die Inhalte der Querschnitte der oberen bezw. unteren Gurtung bedeuten. Nimmt man

$$61)\qquad \frac{\sec^3\beta_m}{F_{om}} = \frac{\sec^3\gamma_{m+1}}{F_{u(m+1)}} = \frac{1}{F_c}$$

an, wo F_c ein fester Wert ist, so erhält man

$$62)\qquad w_m = \frac{1}{h_m}\left(\frac{M_m^u}{h_m} + \frac{M_m^o}{h_m}\right)\frac{\lambda}{EF_c}.$$

Wir wählen diese Schreibweise und ziehen nicht $\frac{1}{h_m^2}$ vor die Klammer, weil die Größen $M:h$ ohnehin für die Berechnung der Längenänderungen der Gurtstäbe gebraucht werden. Die Längenänderung $\triangle o_m$ ist

$$\triangle o_m = \frac{O_m o_m}{EF_{om}} = \frac{O_m\lambda\sec\beta_m}{EF_{om}} = \frac{O_m\lambda}{EF_c\sec^2\beta_m} = \frac{O_m\cos\beta_m\lambda}{EF_c\sec\beta_m}$$

und man findet schließlich

$$63)\qquad \left|\begin{aligned}\triangle o_m\sec\beta_m &= -\frac{M_m^u}{h_m}\cdot\frac{\lambda}{EF_c},\\ \triangle u_{m+1}\sec\gamma_{m+1} &= -\frac{M_m^o}{h_m}\cdot\frac{\lambda}{EF_c}.\end{aligned}\right.$$

Man beachte, daß bei der Berechnung der $\triangle r_m$ die mit den Sekanten der Neigungswinkel multiplizierten Längenänderungen der Gurtstäbe gebraucht werden.

Laufen die Gurtstäbe im Kämpfergelenk zusammen (Abb. 16), so liegen dem oberen Knotenpunkte 1 zwei Untergurtstäbe gegenüber, deren Spannkräfte durch denselben Wert $M_1^o : h_1$ bestimmt sind. Man hat dann zu setzen

$$64)\qquad w_1 = \frac{1}{h_1}\left(\frac{M_m^u}{h_1} + 2\frac{M_1^o}{h_1}\right)\frac{\lambda}{EF_c}.$$

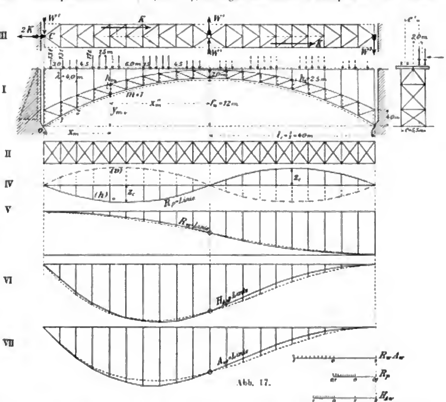
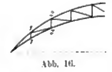


Abb. 17.

6. Zahlenbeispiel (Abb. 17). Es liege eine zweigleisige Bogenbrücke von 80 m Spannweite, 4 m Feldweite und 5,5 m Breite vor. Die Knotenpunkte der Gurtungen liegen in Parabeln. Es sei die Pfeilhöhe der unteren Gurtung $f_u = 12$ m, die Trägerhöhe im Scheitel $h_{10} = 2{,}0$ m, am Kämpfer $h_0 = 4{,}0$ m. Zwischen den unteren Gurtungen der beiden Hauptträger liege ein Windverband, der in jedem Fache zwei steife Diagonalen enthalte.


Abb. 16.

Zunächst wollen wir uns vorstellen, es fehle der Windverband dicht unter der Fahrbahn, es seien also Querrahmen vorhanden, die vom untenliegenden Windverbande bis zur Fahrbahn reichen. Zur Übertragung der in der Gleisrichtung auftretenden Lasten K auf die Hauptträger sei der Querträger 10 in wagerechtem Sinne versteift. Wir machen diese Annahmen, um die vollständige Darstellung der Einflußlinien für die durch Kräfte W hervorgerufenen Stützenwiderstände zu begründen. Denn bei der in der Abb. 17 durch gestrichelte Linien dargestellten Querversteifung liegt hinsichtlich der Kräfte W nur der in Abb. 4, III angegebene Belastungsfall vor, der ein Auftragen von Einflußlinien nicht erfordert.

Tafel I.

m	m''	h_m	y_{mu}	M_m^u	$\frac{M_m^u}{h_m}$	$\frac{M_m^o}{h_m}$	$\bar{w}_m$	η_m	$\triangle u_m \sec\gamma_m$	$\cos\gamma_m$	$\triangle u_m$	$\triangle\tau_m$	τ_m	c_m	$\frac{1}{2w}\,\frac{d^3}{\lambda^3}\,\frac{F_c}{F_d}$	$\triangle\zeta_m$	ζ_m
0	10	4,00	0	0	0	10,00		0				0				0	
1	9	3,62	2,28	6,81	1,88	10,89	3,53	23,6	2,50	0,87	2,2	2,50	2,50	2	5	7	7
2	8	3,28	4,32	11,52	3,51	11,51	4,58	43,6	2,72	0,89	2,4	4,14	6,64	9	5	14	21
3	7	2,98	6,12	14,28	4,79	11,79	5,56	59,1	2,88	0,91	2,6	5,50	12,14	20	6	26	47
4	6	2,72	7,68	15,36	5,65	11,65	6,36	69,0	2,95	0,93	2,7	6,50	18,64	32	6	38	85
5	5	2,50	9,00	15,00	6,00	11,00	6,80	72,5	2,91	0,95	2,8	7,05	25,69	46	7	53	138
6	4	2,32	10,08	13,44	5,80	9,80	6,72	69,3	2,75	0,97	2,7	7,10	32,79	61	7	68	206
7	3	2,18	10,92	10,92	5,01	8,01	5,97	59,3	2,45	0,98	2,4	6,61	39,40	75	7	82	288
8	2	2,08	11,52	7,68	3,70	5,70	4,52	43,4	2,00	0,99	2,0	5,56	44,96	86	7	93	381
9	1	2,02	11,88	3,96	1,96	2,96	2,44	22,9	1,42	1,00	1,4	4,02	48,98	97	8	105	486
10	0	2,00	12,00	0	0	0	0	0	0,71	1,00	0,7	2,11	51,09	101	8	109	595
				$\cdot\lambda$	$\cdot\lambda$	$\cdot\lambda$	$\cdot\frac{\lambda^2}{EF_c}$	$\cdot\frac{\lambda^3}{EF_c}$	$\cdot\frac{\lambda^3}{EF_c}$		$\cdot\frac{\lambda^3}{EF_c}$	$\cdot\frac{\lambda^3}{EF_c}$	$\cdot\frac{\lambda^3}{EF_c}$	$\cdot\frac{\lambda^3}{EF_c}$		$\cdot\frac{u_o}{e}\,\frac{\lambda^3}{EF_c}$	$\cdot\frac{u_o}{e}\,\frac{\lambda^3}{EF_c}$

Die ersten Spalten der Zahlentafel I enthalten eine Zusammenstellung der Ordinaten y_{mu} der unteren Gurtung, der Höhen h_m, der für $\lambda = 1$ berechneten Momente der linken Hälfte des **hinteren** Hauptträgers

$$M_m^u = \tfrac{1}{2}\, y_{mu}\, m''$$

und der Kräfte

$$-O_m \cos\beta_m = \frac{M_m^u}{h_m}$$

$$+U_{m+1}\cos\gamma_{m+1} = \frac{M_m^o}{h_m} = \frac{M_m^u}{h_m} - \mathfrak{H}_{m+1} \text{ (nach Gl. 44),}$$

wo nach Gleich. 50

$$\mathfrak{H}_{m+1} = -\left(x_m'' - \frac{\lambda}{2}\right)$$

ist. Wir nehmen den etwas größeren Wert $\mathfrak{H}_{m+1} = -x_m''$ und verkleinern dadurch den durch Vernachlässigung der Füllungsstäbe begangenen Fehler. Dann erhalten wir für $\lambda = 1$

$$\frac{M_m^o}{h_m} = \frac{M_m^u}{h_m} + m'',$$

wo m'' die Ordnungsziffer des Knotenpunktes m ist, wenn vom Scheitel aus gezählt wird.

Aus diesen Werten $M:h$ wurden die elastischen Gewichte $\bar{w}_m$ nach Gleich. 60 unter der Annahme berechnet, daß nicht nur λ sondern auch $EF_c = 1$ ist, es wurde also

$$65)\qquad \bar{w}_m = \frac{1}{h_m}\left(\frac{M_m^u}{h_m} + \frac{M_m^o}{h_m}\right)$$

gesetzt. Diese Gewichte sind als Lasten eines einfachen Balkens von der Stützweite $l_1 = \frac{1}{2}l$ aufzufassen, sie erzeugen Momente η, die (wieder für $\lambda = 1$) in der 9. Spalte angegeben sind. Man findet sie am schnellsten, wenn man erst die Querkräfte berechnet. Nach Ermittlung des linken Auflagerwiderstandes

$$A\eta = \frac{1}{10}(3{,}53\cdot 9 + 4{,}58\cdot 8 + 5{,}56\cdot 7 + \ldots\ldots + 2{,}44\cdot 1) = 23{,}576$$

ergibt sich dann der folgende einfache Ansatz:[14])

$A = Q_1 = +\,23{,}576$	$\eta_1 = 23{,}576$
$-\ \ 3{,}53$	$+\,20{,}046$
$Q_2 = +\,20{,}046$	$\eta_2 = 43{,}622$
$-\ \ 4{,}58$	$+\,15{,}466$
$Q_3 = +\,15{,}466$	$\eta_3 = 59{,}088$
$-\ \ 5{,}56$	$+\ \ 9{,}906$
$Q_4 = +\ \ 9{,}906$	$\eta_4 = 68{,}994$
usw.	usw.

14) Diese Rechnung führt viel schneller zum Ziele als die zeichnerische Ermittlung der Formänderungen. Es ist dies der Hauptgrund, der mich veranlaßt, auch bei der Darstellung der wagerechten Verschiebungen von den schnell gefundenen Biegungslinien auszugehen.

Für die weitere Rechnung ist nun zu beachten, daß die Werte η noch mit $\frac{\lambda^3}{EF_c}$ multipliziert werden müssen, um die Durchbiegungen für den Belastungszustand $R = -e$ zu ergeben, und es empfiehlt sich, um Irrtümer auszuschließen, die Werte, mit denen die Zahlen der Tafeln zu multiplizieren sind, damit sie die gesuchten Kräfte, Momente und Formänderungen liefern, am Fuß der Spalte anzugeben. Die nunmehr zu berechnenden Werte $\triangle u \sec\gamma$ müssen wie folgt umgeformt werden (s. die Formeln 63):

$$\triangle u_m \sec\gamma_m = \frac{M_m^o}{h_m}\cdot\frac{\lambda}{EF_c} = \frac{M_m^o}{h_m\lambda}\cdot\frac{1}{\lambda}\,\frac{\lambda^3}{EF_c}\quad\text{also}$$

$$66)\qquad \triangle u_m \sec\gamma_m = \frac{M_m^o}{h_m\lambda}\cdot\frac{1}{\lambda}\ \text{für}\ \frac{\lambda^3}{EF_c} = 1.$$

Die Werte $M_m^o : h_m\lambda$ stehen in der 7. Spalte; man erhält also:

$\triangle u_1 \sec\gamma_1 = 10{,}00\,\frac{1}{4} = 2{,}5$, $\triangle u_2 \sec\gamma_2 = 10{,}89\,\frac{1}{4} = 2{,}72$ usw.[15])

Jetzt findet man die Größen $\triangle\tau$ nach der Formel 53:

$$\triangle\tau_m = \eta_{m-1}(\operatorname{tg}\gamma_{m-1} - \operatorname{tg}\gamma_m) + \triangle u_m \sec\gamma_m$$

$$= \eta_{m-1}\frac{8 f_u \lambda}{l^2} + \triangle u_m \sec\gamma_m$$

$$= \eta_{m-1}\cdot 0{,}06 + \triangle u_m \sec\gamma_m$$

und hieraus die Verschiebungen

$$\tau_m = \tau_{m-1} + \triangle\tau_m \text{ und } c_m = 2\,\tau_m\cos\gamma_m - \triangle u_m;$$

die letzteren werden gut abgerundet.

Da nun $\zeta_{mh} = \zeta_{mv}$ ist, weil die Querriegel im Belastungsfalle $R = -e$ spannungslos sind, so folgt aus Gl. 55

$$67)\qquad \triangle\zeta_m = c_m \operatorname{cotg}\varphi_m + \frac{\triangle d_m}{\sin\varphi_m},$$

wo φ_m den Winkel bedeutet, den die Winddiagonale d_m mit dem Gurtstabe u_m bildet. Das von $\triangle d_m$ abhängige Glied muß wieder so umgeformt werden, daß es den Faktor $\lambda^3 : EF_c$ enthält. Die Spannkraft ist $D_m = \frac{1}{2}d$, der Querschnittsinhalt sei F_d; man setze also

$$\frac{\triangle d}{\sin\varphi} = \triangle d\,\frac{d}{e} = \frac{1}{2}\,\frac{dd}{EF_d}\cdot\frac{d}{e} = \frac{1}{2e}\,\frac{d^3}{\lambda^3}\,\frac{F_c}{F_d}\cdot\frac{\lambda^3}{EF_c}$$

und findet für $\lambda^3 : EF_c = 1$

$$68)\qquad \triangle\zeta_m = c_m\,\frac{u_m}{e} + \frac{1}{2e}\cdot\frac{d^3}{\lambda^3}\cdot\frac{F_c}{F_d}.$$

15) Diese etwas breit erscheinende Darstellung erfolgt auf Grund gesammelter Erfahrungen. Das Herauslassen der häufig unrunden Feldweite erleichtert die Zahlenrechnung ganz außerordentlich, erfordert aber eine gewisse Aufmerksamkeit.

Nun ist u_m so wenig veränderlich, daß man es durch einen festen Mittelwert u_e, der im vorliegenden Falle 4,2 m beträgt, ersetzen darf. Es ergibt sich dann

$$69) \qquad \triangle \zeta_m = \left(c_m + \frac{1}{2 u_e} \cdot \frac{d^3}{\lambda^3} \frac{F_e}{F_d}\right) \frac{u_e}{e}.$$

Die Tafel I enthält die Werte $\triangle \zeta_m$ und $\zeta_m = \zeta_{m-1} + \triangle \zeta_m$ für $u_e : e = 1$.

Die Einflußlinie für den von wagerechten, rechtwinklig zur Brückenachse angreifenden Kräften hervorgerufenen Stützenwiderstand R ist jetzt durch die Bedingung gegeben, daß R_w proportional ζ ist und daß eine in der Mitte der Brücke angreifende seitliche Kraft 1 den Widerstand $R = \frac{1}{2}$ erzeugt. Man findet also

$$\frac{R_{wm}}{0,5} = \frac{\zeta_m}{\zeta_{10}}, \qquad R_{wm} = \frac{\zeta_m}{2 \cdot 595} = \frac{\zeta_m}{1190}.$$

Tafel II.

m	R_w	L_w	R_p	H_{Bw}	H_{Aw}	B_w	A_w
0	0	1	0	0	0	0	0
1	0,006	0,994	0,026	0,04	0,68	0,02	0,40
2	0,018	0,992	0,048	0,12	1,38	0,05	0,74
3	0,039	0,961	0,065	0,24	1,85	0,10	1,01
4	0,071	0,929	0,076	0,41	2,29	0,18	1,21
5	0,116	0,884	0,080	0,61	2,59	0,29	1,31
6	0,173	0,827	0,076	0,92	2,77	0,43	1,41
7	0,242	0,758	0,065	1,25	2,82	0,58	1,41
8	0,320	0,680	0,048	1,58	2,75	0,75	1,35
9	0,408	0,592	0,025	1,94	2,55	0,92	1,21
10	0,500	0,500	0	2,27	2,27	1,00	1,09

Es genügt, diese Werte für die linke Trägerhälfte zu berechnen und daneben die $L_{wm} = 1 - R_{wm}$ anzugeben (Tafel II). Die Linien für R_w und L_w sind Spiegelbilder. Die Einflüsse R_p der in den Ebenen der Hauptträger wirksamen lotrechten Lasten auf R werden mit Hilfe der Durchbiegungen η berechnet. Da nun $\zeta_{10} = 2\, \eta_{10}$ die Rolle der in der allgemeinen Gleichung

$$R = X_a = P_m \frac{\delta_{ma}}{\delta_{aa}}$$

auftretenden Verschiebung δ_{aa} spielt, so lautet die Gleichung der R_p-Linie

$$R_p = 1 \frac{\eta}{2 \cdot 595 \frac{u_e}{e}} = \frac{5,5}{4,2} \cdot \frac{\eta}{1190} = 0,00116\, \eta;$$

sie gilt für die linke Hälfte des hinteren Hauptträgers; rechts von der Mitte ändert sich nur das Vorzeichen. Für den vorderen Hauptträger gilt die strichpunktierte R_p-Linie. Da nur lotrechte Lasten in Frage kommen, ist $L_p = -R_p$.

Den Einfluß wagerechter, in der Richtung des Gleises wirkender Lasten K auf R und L findet man mit Hilfe der Gleichung

$$R_k = -L_k = 0,00116\, \xi$$

wo

$$\xi_m = \tau_m + \eta_m \operatorname{tg} \gamma_m$$

ist. Im vorliegenden Falle werden alle in der Richtung des Gleises auftretenden Kräfte auf die Knotenpunkte $\overline{10}$ der oberen Gurtungen der beiden Hauptträger übertragen. Die Verschiebung von $\xi_{\overline{10}}$ läßt sich mit Hilfe des in Abb. 18

Abb. 18.

dargestellten Williotschen Planes schnell ermitteln. Dabei empfiehlt es sich, die Füllungsstäbe nicht starr anzunehmen, da man sonst einen zu kleinen Wert $\xi_{\overline{10}}$ erhält. Die geringe Neigung des spannungslosen Obergurtstabes O_{10} darf man vernachlässigen; man findet dann aus Abb. 17 mit $\sec \beta_{10} = 1$ leicht die Formel

$$70) \qquad \bar{\xi}_{10} = \xi_{10} - (\eta_9 - \triangle h_9) \operatorname{tg} \varphi_{10} \frac{\triangle d_{10}}{\sin \varphi_{10}},$$

bei deren Ableitung man nur daran denken muß, daß $\triangle o_{10} = -\triangle o_{10} = 0$ ist, weil sich $M_{10}^u = 0$ ergeben hat. In den beiden Füllungsstäben der linken Hälfte entstehen die Spannkräfte (s. Gleich. 45)

$$D_{10} = -\frac{M_9^u}{h_9} \sec \varphi_{10} = -\frac{M_9^u}{h_9} \frac{d_{10}}{\lambda}$$

$$V_9 = -D_{10} \sin \varphi_{10} = +\frac{M_9^u}{h_9} \frac{h_9}{\lambda}.$$ [16]

Bezeichnet man also die Querschnitte der beiden Füllungsstäbe mit F_9 und F_{10} und dividiert man die Längenänderungen

$$\triangle d_{10} = \frac{D_{10}\, d_{10}}{E F_{10}} \text{ und } \triangle h_9 = \frac{V_9\, h_9}{E F_9}$$

durch $\lambda^3 : E F_c$, um sie auf denselben Maßstab zu bringen wie die Verschiebungen ξ, so erhält man, wegen $\xi_{10} = \tau_{10}$

$$\bar{\xi}_{10} = \tau_{10} - \eta_9 \frac{h_9}{\lambda} + \frac{M_9^u}{h_9 \lambda} \cdot \frac{d_{10}^3 \frac{F_c}{F_{10}} + h_9^3 \frac{F_c}{F_9}}{\lambda^3}$$

$$= 51,09 - 22,9 \frac{2,0}{4,0} + 1,96 \cdot \frac{105 \frac{F_c}{F_{10}} + 8 \frac{F_c}{F_9}}{256}$$

Ist $F_c = 5 F_{10} = 7 F_9$, so folgt

$$\xi_{\overline{10}} = 51,09 - 11,45 + 4,45 = 44.$$

Und dieser Verschiebung entspricht als Folge einer von links nach rechts gerichteten in $\overline{10}$ angreifenden Last $K = 1$

$$R_k = -L_k = 0,00116 \cdot 44 = 0,051.$$

Es leuchtet wohl ein, daß man ebensogut mit $\xi_{\overline{10}} = \xi_{10}$ also mit

$$R_k = -L_k = 0,06$$

rechnen darf, da es sich hier um den Einfluß von Kräften handelt, die nur abgeschätzt werden können.

Die Einflußlinien für die von seitlichen Lasten herrührenden Stützenwiderstände H_{Bw} und B_w dürfen mit Hilfe der auf Seite 131 u. 132 abgeleiteten Formeln berechnet werden

$$H_{Bw} = \frac{l}{e} \left[\frac{1}{2} R_w - \frac{x^3}{l^3} \left(1 - \frac{1}{2} \frac{x}{l}\right)\right]$$

$$= \frac{40}{5,5} R_w - \frac{10}{5,5} \frac{x^3}{l_1^3} \left(1 - \frac{1}{4} \frac{x}{l_1}\right)$$

und

$$B_w = \frac{4}{3} \frac{n^2 - 1}{n^2} \frac{f_u}{e} \left[R_w - \frac{m(m^2 - 1)}{n(n^2 - 1)}\right]$$

woraus

$$B_w\, e = 15,96\, R_w - 0,002\, m(m^2 - 1).$$

Es genügt, die Werte B_w für $m = 1$ bis $m = 10$ zu ermitteln, die zugehörigen Werte A findet man dann aus der Gleichung

$$(A_{mw} + B_{mw})\, e = y_{mw}.$$

Die Linien für A_w und B_w sind Spiegelbilder, ebenso die für H_{Aw} und H_{Bw}.

Um die Verwertung der gezeichneten Linien zu zeigen, verfolgen wir zunächst den Einfluß einer Einzellast W_m, welche

16) Folgt auch aus Gleichung 49, wenn $h_m^r = h_m$ und $\sec \beta_9 = \sec \beta_{10} = 1$ gesetzt wird.

in der Höhe h'_m (Abb 19) über dem Windverbande angreift. In m fügen wir zwei sich tilgende Lasten W''_m hinzu. Die Wirkung der einen, nach links gerichteten, dieser beiden Lasten wird mit Hilfe der gezeichneten Linien verfolgt: sie erzeugt R_{mw}, L_{mw}, A_w, B_w, H_{Aw}, H_{Bw} und ruft in den Diagonalen des Windverbandes links von m Spannkräfte $D_{mw} = \pm L_{mw} \frac{d}{2e}$, rechts von m Spannkräfte $D_{mw} = \mp R_{wm} \frac{d}{2e}$ hervor, wobei sich das obere Zeichen auf die im Grundriß als linkssteigend erscheinende Diagonale bezieht, das untere auf die rechtssteigende Diagonale.

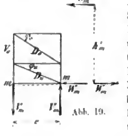


Abb. 19.

In den Hauptträgern erzeugt W''_m Spannkräfte, die mit Hilfe der Formeln 44 bis 47 berechnet werden. Zu dieser Wirkung von W''_m tritt nun noch der Einfluß des Kräftepaares (Abb. 19), dessen Moment gleich $W''_m h'_m$ ist; es hat zur Folge, daß der vordere Hauptträger in lotrechter Richtung mit

$$71) \qquad V''_m = \frac{W''_m h'_m}{e}$$

belastet wird, während der hintere Hauptträger durch V''_m entlastet wird. Der Einfluß von V''_m kann mit Hilfe der gewöhnlichen Einflußlinien für die lotrechte Belastung verfolgt werden. In den Diagonalen des Querrahmens entstehen die Spannkräfte

$$D_o = W''_m \sec \varphi_o \text{ und } D_u = W''_m \sec \varphi_u .$$

In der die Fahrbahn tragenden vorderen Vertikale entsteht
$$V_o = - W''_m \operatorname{tg} \varphi_o .$$

Zu beachten ist, daß die beiden Lasten V''_m keine Widerstände L und H hervorrufen, da ihnen entgegengesetzt gleiche Ordinaten η_p der R_p-Linien der beiden Hauptträger entsprechen.

Wir wollen nur die Spannkräfte in den Diagonalen D_1 und D_{10} des Windverbandes ausrechnen. Der Winddruck auf den Eisenbahnzug betrage $w_e = 0{,}15 \cdot 3{,}0 = 0{,}45$ t/m, auf die Fahrbahn $w_f = 0{,}15 \cdot 1{,}0 = 0{,}15$ t/m und auf die Hauptträger $w_1 = 0{,}25$ t/m. Infolge $w_f + w_t = 0{,}40$ entsteht $L = R = 0{,}40 \cdot 40{,}0 = 16$ t. Die Knotenpunktlasten sind

$$(w_f + w_t)\lambda = 1{,}6 \text{ t} \qquad w_e \lambda = 1{,}8 \text{ t}.$$

Bedeckt der Eisenbahnzug die ganze Brücke, so sind die Querkräfte für die Felder 1 und 10

$$Q_1 = 0{,}45 \cdot 40 + 16 - \frac{1{,}6 + 1{,}8}{2} = 32.3 \text{ t}$$

$$Q_{10} = \frac{1{,}6 + 1{,}8}{2} = 1{,}7 \text{ t}$$

Ist nur die rechte Hälfte der Brücke belastet, und nimmt man auch im Knotenpunkt 10 die Last $w_e \lambda = 1{,}8$ t an, so entsteht

$$L = 1{,}8\,(0{,}5 + 0{,}408 + 0{,}320 + 0{,}242 + 0{,}173 + 0{,}116 + 0{,}071 + 0{,}039 + 0{,}018 + 0.006) = 3.4 \text{ t}$$

und
$$Q_{10} = \frac{1{,}6}{2} + 3{,}4 = 4{,}2 \text{ t}.$$

Diese Berechnung liefert

$$D_1 = 32{,}3 \frac{d_1}{2e} = 32{,}2 \frac{7{,}2}{11} = 20{,}1 \text{ t} = D_{20}$$

$$D_{10} = 4.2 \frac{d_{10}}{2e} = 4{,}2 \frac{6.8}{11} = 2.6 \text{ t} = D_{11}.$$

Es ist nun die Frage, welche Spannkräfte infolge der lotrechten Belastung entstehen; sie werden am größten, wenn auf der linken Hälfte der Brücke nur das hintere Gleis belastet wird, auf der rechten Hälfte nur das vordere Gleis. Von einer in der Mitte des hinteren Gleises angenommenen Last P kommt auf den hinteren Träger der Teil $\frac{P}{e}\left(\frac{e}{2} + 2{,}0\right)$ und auf den anderen Träger der Teil $\frac{P}{e}\left(\frac{e}{2} - 2{,}0\right)$, der Unterschied ist $\frac{P\,4.0}{e} = P\frac{4{,}0}{5{,}5} = \frac{8}{11} P$; er erzeugt

$$R_v = \frac{8}{11} P \eta_r .$$

Gleichgroße Belastungen entsprechender Punkte der Hauptträger würden $R_v = 0$ hervorbringen, da ihnen entgegengesetzt gleiche Werte η_r entsprechen. Die Berechnung von

$$R_v = 2 \cdot \frac{8}{11} \Sigma P \eta_r ,$$

wo Σ sich nur über den auf dem einen Gleise stehenden Zug erstreckt, erfolgt am schnellsten nach einem Verfahren, welches der Verfasser im Zentralblatt der Bauverwaltung 1903 S. 113 für den (hier vorliegenden) Fall gezeigt hat, daß die Einflußlinie als Parabel angesehen werden darf; es besteht in der Ermittlung derjenigen Einzellast P_i, die, in der Mitte der zu belastenden Strecke (das ist hier die Strecke l_1) angreifend, dieselbe Wirkung hervorbringt, wie der Eisenbahnzug. Die dort abgeleitete Tafel der Werte P_i möge hier wiedergegeben werden (Tafel III). Die angenommenen Lastenzüge entsprechen den neuen Belastungs-

Tafel III.

l_1	P_i	$\frac{\triangle P_i}{\triangle l_1}$	Lastzug	r	ΣP	l_1	P_i	$\frac{\triangle P_i}{\triangle l_1}$	Lastzug	r	ΣP
5	43,3	6,2	I	3	57	40	188	3,5	II	17	261
6	49,5	6,0	I	4	72	42	195	3,5	II	17	261
7	55,5	5,6	I	4	72	44	202	3	II	18	274
8	61,1	5,0	I	5	85	46	208	3	II	19	287
9	66,1	3,6	I	5	85	48	214	3	II	19	287
10	69,7	2,7	I	5	85	50	220	3	II	20	300
11	72,4	2,0	I	5	85	52	226	3	II	20	300
12	74,4	1,5	I	5	85	54	232	3	II	21	313
13	75,9	1,3	I	5	85	56	238	2,5	II	21	313
14	77,2	2,7	I	6	98	58	243	2,5	II	22	326
15	79,9	3,7	I	6	98	60	248	3	II	22	326
16	83,6	4,3	I	7	111	62	254	2,5	II	23	339
17	87,9	3,9	I	8	124	64	259	3	II	23	339
18	91,8	3,3	I	8	124	66	265	3	II	24	352
19	95,1	6	I	8	124	68	270	2,5	III	25	365
20	101	7	IV	10	170	70	275	2,5	III	26	378
21	108	5	IV	10	170	72	280	2,5	III	26	378
22	113	5	IV	10	170	74	285	3	III	26	378
23	118	4	IV	10	170	76	291	2,5	III	27	391
24	122	4	IV	10	170	78	296	2,5	III	27	391
25	126	3	IV	10	170	80	301	2,5	III	28	404
26	129	4	IV	11	183	82	306	2,5	III	29	417
27	133	4	IV	11	183	84	311	2,5	III	29	417
28	137	6	IV	12	196	86	316	3	III	30	430
29	143	3	IV	13	209	88	322	2,5	III	30	430
30	146	4	IV	13	209	90	327	2,5	III	31	443
32	154	4,5	II	14	222	92	332	2,5	III	32	456
34	163	4,5	II	15	235	94	337	2,5	III	32	456
36	172	4,0	II	16	248	96	342	2,5	III	33	469
38	180	4,0	II	16	248	98	347	2,5	III	33	469
40	188		II	17	261	100	352		III	34	482
m	t				t	m	t				t

vorschriften für die preußischen Staatsbahnen (Erlaß des preußischen Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 5. April 1901). Die Ziffern I, II, III, IV kennzeichnen die Zuganordnung, und zwar ist die Reihenfolge der Fahrzeuge bei

I: Lokomotive, Tender, Lokomotive, Tender, Güterwagen,
II: Tender, Lokomotive, Lokomotive, Tender, Güterwagen,
III: Tender, Lokomotive, Tender, Lokomotive, Güterwagen,
IV: Lokomotive, Lokomotive, Tender, Güterwagen.

Die Anordnung IV setzt voraus, daß der Tender der ersten Lokomotive die Brücke bereits verlassen hat. Die Zahl r gibt die Anzahl der auf der Strecke l_1 stehenden Achsen an. ΣP ist die Summe dieser Lasten; ihre Mittelkraft halbiert die Strecke l_1.

Im vorliegenden Fall ist nun $l_1 = 40$ m, also $P_i = 188$ t. Der Pfeil der Einflußlinie ist 0,080, mithin entsteht

$$R_p = 2 \cdot \frac{8}{11} 188 \cdot 0{,}080 = 22{,}4 \text{ t}.$$

In sämtlichen Feldern werden daher Querkräfte $Q = -22{,}4$ t erzeugt; die hierdurch hervorgerufenen Spannkräfte in den Diagonalen haben auf der rechten Brückenhälfte dieselben Vorzeichen, wie die vom Winddruck herrührenden.

Die Querkräfte infolge des Winddruckes sind $Q_{20} = -32{,}2$ t und $Q_{11} = -1{,}7$ t; es entsteht mithin

$$D_{20} = (22{,}4 + 32{,}3) \frac{7{,}2}{11} = 36 \text{ t}$$

$$D_{11} = (22{,}4 + 1{,}7) \frac{6{,}8}{11} = 15 \text{ t}.$$

Man erhält also für D_{20} den 1,8 fachen, für D_{11} den 5,7 fachen Betrag des aus der Berechnung für Winddruck allein gefundenen Wertes.

Es erübrigt nun noch, den Einfluß der in der Richtung der Gleise auftretenden Kräfte K anzugeben. Wir nehmen an, daß beide Züge aus ruhender Stellung anfahren, der hintere nach links, der vordere nach rechts. Für den $\frac{\text{hinteren}}{\text{vorderen}}$ ist K nach $\frac{\text{rechts}}{\text{links}}$ gerichtet, hat also denselben Sinn wie die Verschiebung ξ des Scheitels $\overline{10}$ des $\frac{\text{hinteren}}{\text{vorderen}}$ Hauptträgers. Es entsteht dann

$$R_k = 2 \cdot \frac{8}{11} K \cdot 0{,}06.$$

Wir setzen K gleich dem 0,15 fachen Gewichte der beiden Lastzuglokomotiven und erhalten $K = 0{,}15 \cdot 170 = 25{,}5$ t,

$$R_k = \frac{16}{11} \cdot 0{,}06 \cdot K = 2{,}2 \text{ t}.$$

Die Spannkräfte D_{20} und D_{11} wachsen bis 37 t und 16 t, erfahren also nur eine unwesentliche Vergrößerung.

Werden die beiden Züge gebremst, so wird für jeden:

$$K = 0{,}20 (17 \cdot 10 + 13 \cdot 6) = 49{,}6 \text{ t}$$

also etwa doppelt so groß wie vorhin.

Wir wollen jetzt voraussetzen, daß unmittelbar unter der Fahrbahn ein Windverband liege, bestehend aus zwei Fachwerkscheiben, die im Scheitel der Brücke gelenkartig miteinander verbunden sind und im Scheitel sowie an den Kämpfern durch lotrechte, bis zur unteren Gurtung führende Querrahmen seitlich gestützt werden. Die linke Scheibe sei in der Richtung der Brückenachse noch im Punkte C gestützt (Abb. 17, III). Jede der beiden Scheiben ist als ein einfacher Balken aufzufassen. Die Spannkräfte in den Scheiben lassen sich also leicht berechnen; sie sind nur abhängig von den an den Scheiben angreifenden wagerechten Kräften.

Die Knotenpunkte der oberen Gurtungen der Hauptträger seien durch Querrahmen an den unteren Windverband angeschlossen. Wir rechnen auf den oberen Windverband den Winddruck

$$w_o l + w_f l = 36 \text{ t} + 12 \text{ t} = 48 \text{ t}$$

auf den unteren den gleichmäßig verteilten Winddruck

$$w_f l = 20 \text{ t}.$$

Im Scheitel überträgt der obere Windverband auf den unteren die Einzellast $\frac{1}{2} \cdot 48 = 24$ t. Es entsteht also bei voller Belastung der Brücke $R = L = 12 + 10 = 22$ t, und man erhält (da die Knotenpunktbelastung des unteren Verbandes $= 0{,}25 \cdot 4{,}0 = 1{,}0$ t beträgt) infolge Winddruckes

$$D_{20} = \left(22 - \frac{1{,}0}{2}\right) \frac{7{,}2}{11} = 14 \text{ t}$$

$$D_{11} = \left(12 + \frac{1{,}0}{2}\right) \frac{6{,}8}{11} = 8 \text{ t}.$$

Der Einfluß der lotrechten Lasten ist derselbe wie vorhin; er steigert also die Werte D auf

$$D_{20} = (22{,}4 + 21{,}5) \frac{7{,}2}{11} = 29 \text{ t}$$

$$D_{11} = (22{,}4 + 13{,}5) \frac{6{,}8}{11} = 22 \text{ t}$$

Hinsichtlich der Kräfte K machen wir die ungünstige Annahme, daß die beiden Züge in derselben Richtung fahren; sie rufen in C einen Widerstand $2K$ und an den Querrahmen Widerstände

$$W' = K \frac{2{,}0}{l_1} = \frac{1}{20} K$$

hervor. Am Scheitelrahmen greift also in der Windrichtung die Belastung

$$2 W'' = \frac{1}{10} K = \frac{1}{10} \cdot 0{,}15 \cdot 10 \cdot 17 = 2{,}6 \text{ t}$$

an, sie erzeugt $R = 1{,}3$ t und erhöht die Spannkräfte D nur ganz unwesentlich. Die von der Last $2W''$ auf die in der in Abb. 18 veranschaulichten Weise erzeugten lotrechten Belastungen $V'' = 2{,}6 \frac{h_s}{e} = 1{,}2$ t[17]) sind ohne Einfluß auf R.

In Abb. 20 haben wir noch dargestellt, in welcher Weise das Mittelgelenk des oberen Windverbandes an den

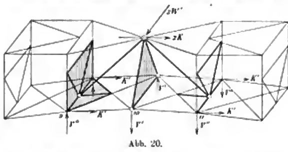


Abb. 20.

unteren Windverband angeschlossen werden kann. Die wagerechte Stützung bei C (Abb. 17, III) fällt dann fort.[18]) Die Spannkräfte D behalten die oben berechneten Werte, denn

17) Wir setzen den Abstand des oberen Windverbandes vom Scheitel des unteren Verbandes $h_s = 2{,}2$ m.

18) Wagerechte Kräfte darf man bekanntlich nicht ohne weiteres oben an gemauerten Pfeilern angreifen lassen. Ein in den Pfeiler eingebauter Bock beseitigt aber jede Schwierigkeit.

die im Mittelgelenk angreifende Kraft $2K$ wird gleichmäßig auf die beiden Hauptträger verteilt und die Verschiebungen ξ dieser Träger sind gleich groß und von entgegengesetzter Richtung. Die auf die Hauptträger übertragenen Drucke haben wir durch gestrichelte Pfeile angedeutet. Da das Mittelgelenk vierstäbig angeschlossen worden ist, liegt streng genommen eine statische Unbestimmtheit vor.

Da es sich aber um nebensächliche Wirkungen handelt, so darf man, genügend genau,

$$K' = \frac{1}{2} K, \quad V' = 2 W' \frac{h_s}{e}, \quad V'' = K \frac{h_s}{\lambda}$$

setzen.

Wir wenden uns jetzt zur Untersuchung des Einflusses des Winddruckes und der durch gewisse Zugstellungen erzeugten Querwiderstände R auf die Spannkräfte in den Hauptträgern. Der obere Windträger habe die in Abb. 17, III dargestellte Anordnung. Wie auch die Brücke belastet sein möge, auf den unteren Windverband wirkt nur eine im Scheitel angreifende Einzellast W und eine als gleichförmig verteilt anzusehende Belastung w_t für die Längeneinheit. Es handelt sich also um die in Abb. 4, III dargestellte Belastungsweise. Wir betrachten den vorderen Hauptträger.

Die Einzellast W greift in der Höhe h_s über dem Scheitel des unteren Windverbandes an; es werden also durch den Scheitelrahmen auf die Hauptträger lotrechte Kräfte V (siehe Abb. 19) übertragen. Die H-Linie für lotrechte Belastung darf als Parabel von der Pfeilhöhe

72) $$z_f = \frac{3}{16} \frac{l}{f_u} \nu = \frac{3 l_1}{8 f_u} \nu \text{ (Abb. 23)}$$

angesehen werden, wo (G. S. S. 211, Formel 31)

73) $$\nu = \frac{8 f_u + 5h}{8 f_u + 2{,}5 h \left(4 + 3 \frac{h}{f_u}\right)}$$

ist und h zweckmäßig gleich der Trägerhöhe im Scheitel gesetzt wird. Infolge von V entsteht

$$A = \frac{V}{2}, \qquad H_A = V z_f, \qquad \text{wo } V = W \frac{h_s}{e}.$$

Die wagerechte am unteren Windverband angreifende Last W erzeugt

74) $$A = B = \frac{W f_u}{2e}, \quad H_A = \frac{5}{16} \frac{W l_1}{e},$$

weshalb

75) $$A = W \frac{f_u + h_s}{2e}, \qquad H_A = W \frac{\frac{5}{16} l_1 + z_f h_s}{e}.$$

Das Angriffsmoment für den dem Windverbande angehörigen Knotenpunkt m der unteren Gurtung ist nach Gleich. 38

76) $$M_m^u = A x_m - H_A y_{mu} - \frac{W}{e} \mathfrak{F}_m,$$

wo (unter der zulässigen Annahme einer stetig gekrümmten Parabel)

77) $$\mathfrak{F}_m = \mathfrak{F}_n \frac{x_m^3}{l^3} = \frac{2 f_u l}{3} \cdot \frac{x_m^3}{l^3} = \frac{f_u x_m^3}{6 l^2}.$$

Man erhält

78) $$M_m^u = A \lambda m - H_A y_{mu} - \frac{W f_u \lambda^3}{6 l^2 e} m^3.$$

Mit $f_u = 12^m$, $h = 2^m$, $h_s = 2{,}2^m$, $l_1 = 40^m$, $e = 5{,}5^m$, $\lambda = 4^m$ gibt dies

$$A = 1{,}25\, W, \qquad H_A = 2{,}72\, W,$$

$$M_m^u = W \left(5{,}16\, m - 2{,}72\, y_{mu} - \frac{16 m^3}{1100}\right).$$

Die wagerechte Knotenpunktlast ist gleich $\frac{W \lambda}{2e} = 0{,}364\, W$ und die Horizontalkraft für das Feld $(m-1)-m$:

79) $$\mathfrak{H}_m = H_A - \frac{W}{2e}\left(x_m - \frac{\lambda}{2}\right), \quad \text{d. i.}$$

$$\mathfrak{H}_m = W\,(2{,}90 - 0{,}364\, m).$$

Den Einfluß der gleichförmigen Windlast w_t berechnen wir unter der Annahme unendlich kleiner Felder. Im Abstande x'' vom Scheitel ist für den unteren Windverband die Querkraft

$$Q = w_t x'';$$

sie ruft am vorderen Hauptträger Lasten

$$dZ' = \frac{w_t x'' dx''}{e} \quad \text{und} \quad dZ'' = \frac{w_t x'' dy''}{e}$$

hervor (s. Abb. 21). Der Horizontalschub ist nach Gleich. 26

$$H_A = \frac{2}{5} w_t \frac{l_1^2}{e}.$$

Abb. 21.

Die Summe der wagerechten Lasten beträgt für die linke Trägerhälfte

$$\int_0^{l_1} \frac{w_t x'' dx''}{e} = \frac{w_t l_1^2}{2e}.$$

Die Scheitelhorizontalkraft ist also

$$\frac{1}{2} \frac{w l_1^2}{e} - \frac{2}{5} \frac{w l_1^2}{e} = \frac{w l_1^2}{10 e}.$$

Bedeutet nun M_s das Angriffsmoment für den Scheitelknotenpunkt des Windverbandes, so ergibt sich

$$M_m^u = M_s + \int_0^{x_m} \frac{w_t}{e} x'' dx'' (y_m'' - y'') - \int_0^{x_m} \frac{w_t}{e} x'' dy'' (x_m'' - x'') - \frac{w l^2}{10 e} y_m,$$

$$\text{wo } y'' = y_m'' \frac{x''^2}{x_m''^2} \qquad \text{und} \qquad dy'' = 2 y_m \frac{x''^2}{x_m''^2} \text{ ist.}$$

Führt man die Integration aus und setzt

$$y_m'' = f_u \frac{x_m''^2}{l_1^2},$$

so erhält man

$$M_m^u = M_s + \frac{w_t f_u}{e} \left(\frac{x_m^4}{12 l_1^2} - \frac{x_m^2}{10}\right).$$

Nun muß $M_m^u = 0$ werden für $x_m = l_1$. Daraus folgt

80) $$M_s = \frac{w_t f_u l_1^2}{60 e}$$

und man erhält schließlich

81) $$M_m^u = \frac{w_t f_u l_1^2}{60 e} \left(1 - 6 \frac{x_m''^2}{l_1^2} + 5 \frac{x_m''^4}{l_1^4}\right)$$

$$= \frac{w_t f_u l_1^2}{60 e} \left(1 - \frac{x_m''^2}{l_1^2}\right)\left(1 - 5 \frac{x_m''^2}{l_1^2}\right),$$

welcher Ausdruck sich auch leicht auf die Form bringen läßt

82) $$M_m^u = \frac{w_t l_1^2}{60 e} y_{mu} \left(1 - 5 \frac{x_m''^2}{l_1^2}\right).$$

Die Horizontalkraft für das $m$te Feld ist

$$\mathfrak{H}_m = \Sigma Z' - \frac{w_t l_1^2}{10 e} = \frac{\Sigma Q \lambda}{e} - \frac{w_t l_1^2}{10 e},$$

wo $\Sigma Q\lambda$ den Inhalt der Querkraftsfläche des Windverbandes zwischen Brückenmitte und Feldmitte bedeutet. Diese Fläche ist in Abb. 22 schraffiert worden. Man findet

Abb. 22.

$$\Sigma Q\lambda = w_l \frac{a^2}{2} + w_l \frac{\lambda^2}{8},$$

wo $a = x_m'' + \frac{\lambda}{2}$, weshalb

$$83)\qquad \mathfrak{H}_m = \frac{w_l}{2e}\left(x_m''^2 + x_m''\lambda + \frac{\lambda^2}{2}\right) - \frac{w_l l_1^2}{10e}.$$

Mit $w_l = 0{,}25$ erhält man im vorliegenden Falle

$$M_m'' = \frac{40}{33}\, y_{m\,a}\left(1 - 5\frac{x_m''^2}{l_1^2}\right)$$

$$\mathfrak{H}_m = \frac{4}{11}(m''^2 + m'') - 7{,}09$$

und kann nun

$$O_m \cos\beta_m = \frac{M_m''}{h_m}, \qquad U_m \cos\gamma_m = -O_{m-1}\cos\beta_{m-1} - \mathfrak{H}_m$$

berechnen, ferner mit Hilfe der Formeln 45 die Spannkräfte D und V. In der folgenden Zahlentafel haben wir die für die Gurtungen erhaltenen Ergebnisse zusammengestellt. Alle Spannkräfte sind $\pm$ zu nehmen, denn bei entgegengesetzter Windrichtung gilt das entgegengesetzte Vorzeichen.

Tafel IV.

m	m''	Einfluß von $W = 1$				Einfluß von $w_l = 0{,}25$ t/m			
		M_m''	$O_m\cos\beta_m$	$\mathfrak{H}_m$	$U_m\cos\gamma_m$	M_m''	$O_m\cos\beta_m$	$\mathfrak{H}_m$	$U_m\cos\gamma_m$
1	9	−1,06	+0,29	+2,54	−2,54	−8,43	+2,33	+25,64	−25,64
2	8	−1,53	+0,47	+2,17	−2,46	−11,52	+3,51	+19,09	−21,42
3	7	−1,56	+0,52	+1,81	−2,28	−10,76	+3,61	+13,27	−16,78
4	6	−1,18	+0,43	+1,44	−1,96	−7,45	+2,74	+8,18	−11,79
5	5	−0,50	+0,20	+1,08	−1,51	−2,73	+1,09	+3,82	−6,56
6	4	+0,41	−0,18	+0,72	−0,92	+2,44	−1,06	+0,18	−1,27
7	3	+1,43	−0,66	+0,35	−0,17	+7,28	−3,35	−2,73	+3,39
8	2	+2,53	−1,22	−0,01	+0,65	+10,58	−5,09	−4,91	+8,26
9	1	+3,49	−1,73	−0,38	+1,09	+13,67	−6,77	−6,39	+11,45
10	0	+4,42	−2,21	−0,74	+2,47	+14,55	−7,27	−7,09	+13,86

Die größten Spannkräfte in den Gurtungen entstehen im allgemeinen bei gewissen einseitigen Belastungen. Der größte Druck U_5 wird z. B. folgendermaßen bestimmt. Man legt durch das linke Kämpfergelenk und den Knotenpunkt 4 der oberen Gurtung eine Gerade (Abb. 23), welche die in der Höhe $\frac{4f_u}{3\nu} = \frac{4\cdot 12{,}0}{3\cdot 0{,}887} = 18{,}04$ m liegende Kämpferdrucklinie in E (im Abstande $b = 52$ m vom rechten Auflager) schneidet, und findet als zur negativen Beitragstrecke gehörige Einflußfläche, den in der Abb. 23 schraffierten Parabelabschnitt von der Pfeilhöhe

$$z' = z_f \frac{b^2}{l^2} = 1{,}11 \frac{52^2}{80^2} = 0{,}48.$$

Zu $b = 52$ m gehört nach Tafel III die Last $P_l = 108$ t, und es ergibt sich daher, wenn rechts von E beide Gleise belastet angenommen werden

$$\min U_5 \cos\gamma_5 = -P_l z' \frac{y_{04}}{h_4} = -108\cdot 0{,}48 \frac{10{,}4}{2{,}72} = -413 \text{ t.}$$

Die im Scheitel des unteren Windverbandes bei dieser Zugstellung angreifende Last W ist

$$84)\qquad W = (w_f + w_s)\, l_1 - \frac{w_s(2l_1 - b)^2}{2l_1} = 24 - 9 = 15 \text{ t},$$

sie erzeugt im Verein mit w_l

$$U_5 \cos\gamma_5 = -1{,}51\cdot 15 - 6{,}56 = -29 \text{ t.}$$

Da nun w_s in der Höhe $h_s = 1{,}0 + 1{,}5$ m[19]) oberhalb des oberen Windverbandes angreift, so erfährt der vordere Hauptträger auf der Strecke b noch eine Belastung für die Längeneinheit von

$$r = w_s \frac{h_s}{e} = 0{,}45 \frac{2{,}5}{5{,}5} = 0{,}204 \text{ t/m}$$

und dies bedingt

$$U_5 \cos\gamma_5 = -r \frac{2}{3} z' b \frac{y_{04}}{h_4} = -13{,}0.$$

Im ganzen entsteht durch Winddruck

$$U_5 \cos\gamma_5 = -42 \text{ t.}$$

Man könnte noch folgende Frage aufwerfen. Belastet man das hintere Gleis links von E mit unbeladenen hohen Güterwagen, so steigert man W und damit auch den Druck

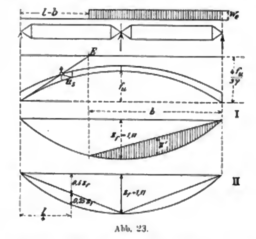


Abb. 23.

U_5; dagegen liegen die lotrechten Lasten P und r auf der positiven Beitragstrecke, erzeugen also einen Zug U_5. Die Gesamtwirkung läßt sich mit Hilfe der gezeichneten Einflußlinien feststellen, wobei darauf zu achten ist, daß bei derartigen Belastungsarten auch Querwiderstände R entstehen. Wir halten aber diese umständliche Untersuchung nicht für erforderlich; die Annahme, daß beide Gleise auf der Strecke b durch zwei gleichartige Züge belastet sind, und der hohe Winddruck von 150 kg/qm bieten genügende Sicherheit.

Der Einfluß des Winddrucks auf U wächst nach den Auflagern hin. Wir wollen noch $U_1 \cos\gamma_1$ angeben. Zu $l = 80$ m gehört $P_l = 301$ t und

$$-U_1 \cos\gamma_1 = H_A = 301\cdot z_f = 301\cdot 1{,}11 = 334 \text{ t.}$$

Der Winddruck erzeugt (mit $W = w_f l_1 + w_s l_1 = 24$ t)

$$-U_1 \cos\gamma_1 = \mathfrak{H}_1 = 2{,}54\, W + 25{,}64 + r\tfrac{1}{3} z_f l_1 = 99 \text{ t.}$$

Wichtig ist noch die Untersuchung der Hauptträger für den Fall, daß links vom Scheitel der Brücke nur das hintere Gleis, rechts vom Scheitel nur das vordere Gleis belastet ist. Es ergab sich bei dieser Belastungsweise selbst bei Windstille der recht erhebliche Querwiderstand $R = 22{,}4$ t. Auf jeder Brückenhälfte stehen 17 Achsen mit einem Gewichte von $\Sigma P = 261$ t. Der Abstand von Mitte zu Mitte Gleis möge mit e' bezeichnet werden, sodann sei zur Abkürzung gesetzt

$$\frac{1}{2} + \frac{e'}{2e} = \varrho', \qquad \frac{1}{2} - \frac{e'}{2e} = \varrho''.$$

19) Die Höhe der Fahrbahn ist = 1,0 m angenommen worden.

Links vom Scheitel entfällt von ΣP auf den hinteren Träger der Teil $\varrho' \Sigma P$, auf den vorderen $\varrho'' \Sigma P$. Rechts vom Scheitel ist das Verhältnis das umgekehrte. Die zu $l_1 = 40$ m gehörige Last P_i ist ebenfalls in $\varrho' P_i$ und $\varrho'' P_i$ zu zerlegen. Die Einflußfläche für H zerlegen wir nach Abb. 23, II in Dreiecke und Parabelabschnitte und finden für den hinteren Träger ohne Rücksicht auf R, also für den Fall, daß der Windverband fehlt

$$H' = (\varrho' \Sigma P + \varrho'' \Sigma P) 0{,}5\, z_f + (\varrho' P_i + \varrho'' P_i) 0{,}25\, z_f$$

85) $$H = z_f (\tfrac{1}{2} \Sigma P + \tfrac{1}{4} P_i)$$

$$H = 1{,}11 (\tfrac{1}{2} 261 + \tfrac{1}{4} 188) = 197 \text{ t.}$$

$$A' = \varrho' \Sigma P \tfrac{3}{4} + \varrho'' \Sigma P \tfrac{1}{4}$$

86) $$A' = \frac{1}{2} \Sigma P \left(1 + \frac{e'}{2e}\right)$$

$$A' = \tfrac{1}{2} 261 (1 + \tfrac{4}{11}) = 178 \text{ t.}$$

Infolge von $R = 22{,}4$ t entsteht nun

$$H'_A = \pm R \frac{l_1}{e} = \pm 22{,}4 \frac{40}{5{,}5} = \pm 163 \text{ t},$$

$$A' = \pm R \frac{4 f_u}{3e} = \pm 22{,}4 \frac{48}{3 \cdot 5{,}5} = \pm 65 \text{ t.}$$

Das obere Vorzeichen gilt für den hinteren, das untere für den vorderen Hauptträger. Es ergeben sich also für den hinteren Hauptträger am linken, bez. rechten Auflager selbst bei Windstille die erheblich von einander abweichenden Werte

$$H'_A = 197 + 163 = 360 \text{ t}, \qquad H'_B = 197 - 163 = 34 \text{ t},$$
$$A' = 178 + 65 = 243 \text{ t}, \qquad B' = 83 - 65 = 18 \text{ t}.$$

Bei voller Belastung beider Gleise entstand $H_A = H_B = 334$ t und die zugehörigen lotrechten Widerstände sind $A = B = \tfrac{1}{2} \cdot 404$ [20] $= 202$ t. Da nun bei dem jetzt vorliegenden Belastungsfalle der Winddruck $W = (w_e + w_b) l_1 = 24$ t in Rechnung zu stellen ist, so entsteht im ganzen

$$U_1 \cos \gamma_1 = -360 - 99 = -459 \text{ t.}$$

Wir bemerken zu diesem wichtigen Belastungsfalle noch, daß R um so größer ausfällt, je steifer die Diagonalen des unteren Windverbandes und je nachgiebiger die Hauptträger sind. Die in der Tafel I aufgeführten Werte $\dfrac{1}{2 u_e} \dfrac{d^3}{\lambda^3} \dfrac{F_c}{F_d}$ setzen einen sehr steifen Windverband voraus. Bei Berücksichtigung der Längenänderung der Füllungsstäbe ergibt sich ein etwas größeres R als bei Annahme starrer Füllungsstäbe. Die Ermittlung der Gewichte $\bar{w}$ für elastische Füllungsstäbe bietet keine Schwierigkeit (G. S. § 3), sie kostet nur etwas mehr Zeit. Auch muß man beachten, daß die Durchbiegungen der Hauptträger infolge der steifen Knotenpunkte kleiner ausfallen als die unter der Annahme von gelenkartigen Knotenpunkten berechneten. Immerhin empfiehlt es sich, nach Feststellung aller Querschnittsabmessungen den Wert R für den einen in Betracht kommenden Belastungsfall noch einmal mit Hilfe der Formel

87) $$R = X_a = \frac{\Sigma S_0 S_a \dfrac{s}{EF}}{\Sigma S_a^2 \dfrac{s}{EF}}$$

zu berechnen und hierbei alle Stäbe zu berücksichtigen. S_0 sind die Spannkräfte in den Hauptträgern für $R = 0$; die Spannkräfte S_a entsprechen dem Zustande $R = -1$; sie sind durch die für den Zustand $R = -e$ berechneten Werte $M:h$ ohne weiteres bestimmt.

[20] Zu $l_1 = 80$ m gehört nach Tafel III $P_i = 301$ t und $\Sigma P = 404$ t.

7. Näherungsformeln für parabelförmige Träger mit wenig veränderlicher Höhe h. Zu diesen Trägern gehören die in dem vorgeführten Zahlenbeispiele behandelten Fachwerke.

Näherungsformeln für die R_w-Linie und die R_p-Linie. Die elastischen Gewichte

$$\bar{w}_m = \frac{\lambda}{EF_c h_m} \left(\frac{M_m^u}{h_m} + \frac{M_m^o}{h_m}\right) \text{ (s. Gleich. 64)}$$

$$= \frac{\lambda}{EF_c h_m} \left(\frac{2}{3} \frac{y_{mu}}{h_m} + 1\right) x_m''$$

ersetzen wir durch eine stetige Belastung, welche an der Stelle x_m'', mit $EF_c = 1$, für die Einheit von dx'' den Wert

88) $$w = \frac{x_m''}{h_m} \left(\frac{2}{3} \frac{y_{mu}}{h_m} + 1\right)$$

hat und insbesondere bei $x_m'' = \tfrac{1}{2} l_1$ den Wert

89) $$w_c = \frac{l_1}{2h} \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{3 f_u}{4 h_c} + 1\right),$$

wo h_c im vorliegenden Fall $= 2{,}5$ m ist. Nun nehmen wir an, daß sich w nach einer Parabel ändert, daß also

90) $$w = \frac{4 w_c x (l_1 - x)}{l_1^2}$$

ist; es muß nämlich w für $x = 0$ und $x = l_1$ gleich Null sein. Die Differentialgleichung der zu dieser Belastung gehörigen Momentenlinie (deren Ordinaten wir mit η bezeichnet haben) ist

$$\frac{d^2 \eta}{dx^2} = -\frac{4 w_c x (l_1 - x)}{l_1^2}.$$

Die Integrationskonstanten sind durch die Bedingungen gegeben: Für $x = 0$ und $x = l_1$ ist $\eta = 0$. Man findet dann

91) $$\eta = \frac{w_c}{3 l_1^2} (l_1^3 x - 2 l_1 x^3 + x^4).$$

Die hierdurch bestimmte Momentenlinie darf durch eine Parabel ersetzt werden, deren Scheitelkoordinaten $x = \tfrac{1}{2} l_1$ und $\eta = \eta_c$ durch die Bedingung bestimmt sind

$$\tfrac{2}{3} \eta_c l_1 = \int_0^{l_1} \eta \, dx = \frac{w_c l_1^3}{15}.$$

Man erhält

92) $$\eta_c = \frac{w_c l_1^2}{10} = \frac{l_1^3 (f_u + 2 h_c)}{40 h_c^2}.$$

An Stelle von

93) $$\triangle u_{m+1} \sec \gamma_{m+1} = \frac{M_m^o \lambda}{h_m EF_c} = \left(\frac{1}{3} y_{mu} + h_m\right) \frac{x_m'' \lambda}{h_m EF_c}$$

möge (mit $EF_c = 1$) der feste Wert

94) $$\triangle u \sec \gamma = \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{3 f_u}{4} + h_c\right) \frac{l_1 \lambda}{2 h_c} = \frac{(f_u + 4 h_c) l_1 \lambda}{8 h_c}$$

gesetzt werden. Dann folgt aus Gleich. 56

$$\triangle \tau = \eta_{m-1} \frac{8 f_u \lambda}{l^2} + \triangle u_m \sec \gamma_m,$$

wofür wir setzen

$$d\tau = \eta \frac{2 f_u}{l_1^2} dx + \frac{(f_u + 4 h_c) l_1 \, dx}{8 h_c}.$$

Mit $$\eta = 4 \eta_c \frac{x (l_1 - x)}{l_1^2}$$

ergibt sich $$\tau = \frac{1}{2a} \left(\frac{l_1 x^2}{2} - \frac{x^3}{2}\right) + \frac{k x}{2},$$

wo

$$\frac{1}{a} = \frac{8 f_u (f_u + 2 h_c)}{20 h_c^2 l_1}, \quad k = \frac{(f_u + 4 h_c) l_1}{4 h_c}.$$

Nun darf an Stelle von Formel 55 gesetzt werden

$$c = 2\varepsilon\cos\gamma_m - \triangle u\cos\gamma_m$$

$$\triangle\zeta = c\,\mathrm{cotg}\,\varphi + \frac{\triangle d}{\sin\varphi}$$

$$\frac{d\zeta}{dx} = \frac{\triangle\zeta}{\lambda} = \frac{c}{e}\sec\gamma + \frac{\triangle d}{\lambda}\frac{d}{e}$$

$$= \frac{2\varepsilon}{e} - \frac{k\lambda}{2e} + \frac{\triangle d}{\lambda}\frac{d}{e},$$

wo $\triangle d = \frac{d}{2}\frac{d}{EF_d}$ ist, wofür aber infolge der Annahme $EF_c = 1$

$$\triangle d = \frac{d^2}{2}\frac{F_c}{F_d}$$

eingeführt werden muß. Man findet

$$e\frac{d\zeta}{dx} = \frac{1}{a}\left(\frac{l_1x^2}{2} - \frac{x^3}{3}\right) + kx - \frac{k\lambda}{2} + \frac{d^3}{2\lambda}\frac{F_c}{F_d}$$

und, wenn $d^3 : F_d$ konstant angenommen wird,

$$e\zeta = \frac{l}{a}\left(\frac{l_1x^3}{6} - \frac{x^4}{12}\right) + \frac{kx^2}{2} - \frac{k\lambda x}{2} + \frac{d^3}{2\lambda}\frac{F_c}{F_d},$$

$x = l_1$ liefert

$$e\zeta_{l_1} = \frac{l}{a}\frac{l_1^4}{12} + \frac{kl_1^2}{2} - \frac{k\lambda l_1}{2} + \frac{d^3}{2\lambda}\frac{F_c}{F_d}l_1.$$

Die Gleichung der Einflußlinie für R_w ist nun durch die Bedingung gegeben

$$R : 0{,}5 = \zeta : \zeta_{l_1}.$$

Man findet

95) $$R_w = \frac{1}{2}\frac{x}{l_1}\,\frac{\frac{x^2}{l_1^2}\left(2-\frac{x}{l_1}\right)+\varepsilon\left(\frac{x}{l_1}-\frac{\lambda}{l_1}\right)+\varepsilon'}{1+\varepsilon\left(1-\frac{\lambda}{l_1}\right)+\varepsilon'},$$

wo

96) $$\varepsilon = \frac{15}{4}\,\frac{h_c f_u + 4h_c}{f_u f_u + 2h_c}$$

97) $$\varepsilon' = 15\frac{h_c}{f_u}\,\frac{h_c}{f_u+2h_c}\,\frac{d^3}{\lambda l_1^2}\frac{F_c}{F_d}.$$

Die angenäherte Einflußlinie für R_p ist eine Parabel von der Pfeilhöhe

$$z_c = \frac{\eta_c}{d_{aa}} = \frac{\eta_c}{2\zeta_{l_1}},\ \text{d. i.}$$

98) $$z_c = \frac{3}{8}\frac{e}{f_u}\,\frac{1}{1+\varepsilon\left(1-\frac{\lambda}{l_1}\right)+\varepsilon'}.$$

Aus den in der Tafel II aufgeführten Werten $\frac{1}{2u_m}\frac{d^3}{\lambda^3}\frac{F_c}{F_d}$ folgt, dem Mittelwerte $u = 4{,}2$ m entsprechend, mit $h_c = 2{,}5$ m

$$\frac{d^3}{\lambda l_1^2}\frac{F_c}{F_d} = 0{,}59 \qquad \varepsilon = 1{,}01 \qquad \varepsilon' = 0{,}27$$

$$z_c = 0{,}079.$$

Die Parabelordinaten

$\eta_p = 0{,}028$ 0,051 0,066 0,076 0,079

stimmen mit den vorhin erhaltenen Werten η gut überein.

Die vorstehende Entwicklung setzt voraus, daß der untere Windverband zwei sich kreuzende Scharen steifer Diagonalen enthält. Werden Flacheisendiagonalen angewendet, so tritt in dem Ausdruck für $\frac{d\zeta}{dx}$ zu dem Werte $\frac{\triangle d}{\lambda}\frac{d}{e}$ noch der Wert $\frac{\triangle e}{\lambda}$; sodann ist $\triangle d = d\frac{d}{EF_d}$. Man findet in diesem Falle

99) $$\varepsilon' = 30\frac{h_c}{f_u}\,\frac{h_c}{f_u+2h_c}\left(\frac{d^3}{\lambda l_1^2}\frac{F_c}{F_d}+\frac{e^3}{\lambda l_1^2}\frac{F_c}{F_e}\right),$$

wo F_e den Inhalt des Querriegel-Querschnitts bedeutet.

Die R_w-Linie braucht nur dann gezeichnet zu werden, wenn der obere Windverband fehlt oder durch eine größere Anzahl von Gelenken unterbrochen wird, so daß er den oben angreifenden Winddruck auf mehrere, vom unteren bis zum oberen Windverbande reichende Querrahmen verteilt. Meistens wird man dann mit genügender Genauigkeit den unteren Windverband als beiderseits eingespannten Balken betrachten und die einfache Gleichung

100) $$R_w = \frac{1}{4}\frac{x^2}{l_1^2}\left(3-\frac{x}{l_1}\right)$$

anwenden dürfen. Man erhält die gestrichelte Linie in Abb. 17, V.

Näherungsformeln für H_{Aw} und A_w. Die Einflußlinien für H_{Aw} und A_w haben eine ähnliche Form wie die Einflußlinie für das linksseitige Stützenmoment eines beiderseits eingespannten Balkens; sie können also näherungsweise mit Hilfe von Gleichungen berechnet werden, welche die Form haben

101) $$H_{Aw} = C\frac{x}{l}\left(1-\frac{x}{l}\right)^2, \qquad A_w = C'\frac{x}{l}\left(1-\frac{x}{l}\right)^2.$$

Die Ziffern C und C' wählen wir so, daß sich für $\frac{x}{l} = \frac{1}{2}$ dieselben Werte

102) $$H_{Aw} = \frac{5}{32}\frac{l}{e}, \qquad A_w = \frac{f_u}{2e}$$

wie aus den genaueren Formeln ergeben; wir setzen also

103) $$C = \frac{5}{4}\frac{l}{e} \qquad \text{und} \qquad C' = \frac{4f_u}{e}.$$

Da nun $\frac{4f_u x(l-x)}{l^2} = y_u$ ist, so erhalten wir

104) $$A_w = \frac{y_u}{e}\frac{x'}{l}, \qquad H_{Aw} = A_w\frac{5l}{16f_u}.$$

Es entstehen die gestrichelten Linien in Abb. 17, VI u. VII; ihre Ordinaten kann man nach dem in der Abb. 24 dargestellten, einer näheren Erläuterung wohl nicht bedürfenden Verfahren auch zeichnerisch ermitteln.

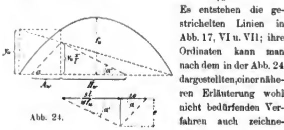


Abb. 24.

8. **Näherungsformeln für Blechbogenbrücken.** Der Gang der genaueren Untersuchung ist bei vollwandigen Hauptträgern derselbe wie bei fachwerkartigen. Die elastischen Gewichte w werden mit Hilfe der Formel

$$dw = \frac{Mds}{EJ}$$

bestimmt, oder, wenn eine größere Genauigkeit verlangt wird, mittels der von mir in meinem Buche (N. M.) auf S. 158 bis 160 abgeleiteten Formeln. Zur Berechnung der Einflußlinien für R_w, H_{Aw}, A_w sind die Gleichungen 95 und 144 zu empfehlen. Den wichtigen Belastungsfall in Abb. 17, I kann man in der folgenden Weise erledigen.

Wird die linke Hälfte des hinteren Trägers und die rechte Hälfte des vorderen Trägers gleichförmig mit p für die Längeneinheit belastet, so entsteht ein Querwiderstand

(105) $$R_p = X_a = \frac{\int M_0M_a\frac{ds}{EJ}+\int N_0N_a\frac{ds}{EF}}{\int M_a^2\frac{ds}{EJ}+\int N_a^2\frac{ds}{EJ}+\Sigma S_a^2\frac{s}{EF}}.$$

Die Integrale erstrecken sich über die beiden Hauptträger und die Summe über die Diagonalen und Querriegel des unteren Windverbandes.

Denkt man sich zunächst den Windverband beseitigt, so entstehen am hinteren Hauptträger die Stützenwiderstände

$$A = \frac{3pl_1}{4}, \quad B = \frac{pl_1}{4}, \quad H = \frac{pl_1^2}{4f}\,^{21)}$$

und man erhält (vom Scheitel aus gebildet) die Momente: für die linke Trägerhälfte (Abb. 25, II)

$$M_0 = +\frac{pl_1}{4}x + \frac{pl_1^2}{4f}y - \frac{px^2}{2}$$

für die rechte Trägerhälfte (Abb. 25, III)

$$M_0 = -\frac{pl_1}{4}x + \frac{pl_1^2}{4f}y.$$

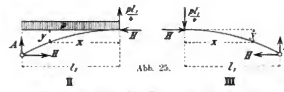


Abb. 25.

II III

Wir haben dabei der einfacheren Schreibweise wegen vorübergehend die Bezeichnungen x'' und y'' durch x und y ersetzt. Wird die Bogenlinie als Parabel aufgefaßt (was auch bei flachen Kreisbögen zulässig ist), so ist $y = f\frac{x^2}{l_1^2}$, und es ergibt sich

$$106) \quad . \quad . \quad . \quad M_0 = \pm\frac{plx}{2} \mp \frac{px^2}{2},$$

wobei das obere Vorzeichen für die linke, das untere Vorzeichen für die rechte Trägerhälfte gilt. Die Momente M_a sind nach Gleich. 53 für $R = X_a = -1$

$$107) \qquad M_a = +\frac{f}{3e}\left(x - \frac{x^2}{l_1^2}\right)$$

und man erhält daher für jede Trägerhälfte, unter der Annahme eines festen Mittelwertes J_c an Stelle der veränderlichen Werte $J\frac{dx}{ds}$ die Integrale

$$108) \quad \int_0^{l_1} M_0 M_a \frac{ds}{EJ} = \frac{1}{EJ_c}\int_0^{l_1} M_0 M_a\,dx = \frac{pfl_1^4}{240e}\cdot\frac{1}{EJ_c}.$$

$$109) \quad \int_0^{l_1} M_a^2 \frac{ds}{EJ} = \frac{1}{EJ_c}\int_0^{l_1} M_a^2\,dx = \frac{8f^2l_1^3}{7\cdot 9\cdot 15e^2}\cdot\frac{1}{EJ_c}.\,^{22)}$$

Die Längskräfte N sind von untergeordneter Bedeutung. Wir setzen, annähernd,

$$N_0 = -H = -\frac{pl_1^2}{4f}, \text{ gültig für beide Bogenhälften.}$$

$$110) \qquad N_a = +\mathfrak{H} = \pm\frac{x}{e}, \quad \int_0^{l_1} N_0 N_a \frac{ds}{EF} = 0.$$

$$111) \qquad \int_0^{l_1} N_a^2 \frac{ds}{EF} = \frac{1}{EF_c}\int_0^{l_1} N_a^2\,dx = \frac{l_1^3}{3e_1}\frac{1}{EF_c},$$

und erhalten

$$R_p = X_a = \frac{\dfrac{pfl_1^4}{240e}}{\dfrac{8f^2l_1^3}{7\cdot 9\cdot 15} + \dfrac{l_1^3}{3e^2}\dfrac{J_c}{F_c} + \Sigma S_a^2 s\dfrac{J_c}{F}}$$

$$= \frac{pl_1}{4}\,\frac{63}{32}\,\frac{e}{f}\,\frac{1}{1 + \dfrac{315}{8}\dfrac{J_c}{F_cf^2} + \dfrac{63\cdot 15}{8}\Sigma S_a^2 s\dfrac{J_c}{F}e^2}.$$

Mit der Abrundung: $\frac{63}{32} = 2$, $\frac{315}{8} = 40$, $\frac{63}{8} = 8$ entsteht

$$112) \qquad R_p = \frac{pl_1}{2}\cdot\frac{e}{f}\cdot\frac{1}{\mu},$$

wo

$$113) \qquad \mu = 1 + 40\frac{J_c}{F_cf_2} + 120\,\Sigma S_a^2 s\frac{J_ce^2}{Ff^2l_1^3}.$$

Da die Integrale nur über die eine Hälfte eines Hauptträgers ausgedehnt worden sind, so erstreckt sich die in μ stehende Summe nur über den vierten Teil des Windverbandes.

Enthält jedes Fach zwei sich kreuzende steife Diagonalen, so ist die Anzahl der Diagonalen $= 2n$ (wo n die Anzahl der Felder bedeutet) und $S_a = \frac{1}{2}\frac{d}{e}$. Man findet

$$e^2\Sigma S_a^2 s\frac{J_c}{F} = \frac{1}{4}\cdot 2n\cdot\left(\frac{d}{2}\right)^2 d\,\frac{J_c}{F_d}.$$

$$114) \qquad \mu = 1 + 40\frac{J_c}{F_cf^2} + 15n\frac{d^3}{l_1^3}\frac{J_c}{F_df^2}.$$

Enthält jedes Fach nur eine steife Diagonale oder zwei sich kreuzende Flacheisendiagonalen, so ist

für die Diagonale $S_a = \frac{d}{e}$, $s = d$, $F = F_d$,

für den Querriegel $S_a = 1$, $s = e$, $F = F_e$,

$$e^2\Sigma S_a^2 s\frac{J_c}{F} = \frac{1}{4}\,n\left(d^3\frac{J_c}{F_d} + e^3\frac{J_c}{F_e}\right).$$

$$115) \quad \mu = 1 + 40\frac{J_c}{F_cf^2} + 30n\left(\frac{d^3}{l_1^3}\frac{J_c}{F_df^2} + \frac{e^3}{l_1^3}\frac{J_c}{F_ef^2}\right).$$

Für einen Windverband mit Halbdiagonalen (Abb. 15) hat man

für die Diagonale $S_a = \frac{d}{e}$, $s = d$,

für den halben Querriegel $S_a = \frac{1}{2}$, $s = \frac{e}{2}$,

$$e^2\Sigma S_a^2 s\frac{J_c}{F} = \frac{1}{4}\,2n\left[d^3\frac{J_c}{F_d} + \left(\frac{e}{2}\right)^2 e\frac{J_c}{F_e}\right].$$

$$116) \quad \mu = 1 + 40\frac{J_c}{F_cf^2} + 60\left(\frac{d^3}{l_1^3}\frac{J_c}{F_df^2} + \frac{1}{4}\frac{e^3}{l_1^3}\frac{J_c}{F_ef^2}\right).$$

In diesen Formeln sind $d^3 : F_d$ und $1 : F_e$ Mittelwerte, da im allgemeinen in den verschiedenen Feldern verschiedene Abmessungen auftreten werden.

Es liege nun eine zweigleisige Eisenbahnbrücke vor. Der Abstand von Mitte zu Mitte Gleis sei e'. Der Eisenbahnzug sei zunächst ersetzt durch eine gleichförmige Belastung p. Die linke Hälfte des hinteren Trägers ist dann belastet mit $p_h = \frac{p}{2}\left(1 + \frac{e'}{e}\right)$, die des vorderen mit $p_v = \frac{p}{2}\left(1 - \frac{e'}{e}\right)$. Von Einfluß auf R_p ist nur der Unterschied $p_h - p_v = p\frac{e'}{e}$, der

21) Genauer ist $H = \frac{pl_1^2}{4f}\nu$, wo $\nu = \frac{1}{1 + \frac{15}{8}\frac{J}{Ff^2}}$. Für die Berechnung von R darf aber $\nu = 1$ gesetzt werden.

22) Soll die Veränderlichkeit von J streng berücksichtigt werden, so berechne man die Integrale mit Hilfe der Simpsonschen Formel.

an die Stelle von p in die Gleich. 112 einzusetzen ist. Es entsteht

$$117)\qquad R_p = \frac{p l_1}{2} \cdot \frac{e'}{f} \cdot \frac{1}{\mu}.$$

Die Einflußlinie für R_p darf mit genügender Genauigkeit als Parabel angesehen werden; ihre Pfeilhöhe sei z_e, ihr Flächeninhalt ist $\frac{4}{3} z_e l_1$. Einzellasten erzeugen $R_e = P_i z_e$; gleichförmige Belastung bringt hervor $R_p = p \frac{4}{3} z_e l_1$. Die Gleichsetzung dieser beiden Werte führt zu $p = \frac{3}{2} \frac{P_i}{l_1}$, und man erhält daher schließlich die einfache Formel

$$118)\qquad R_p = \frac{3}{4} P_i \frac{e'}{f} \frac{1}{\mu}.$$

Die bei dem betrachteten Belastungszustande in der Ebene des hinteren Hauptträgers entstehenden Stützenwiderstände sind (s. Gleich. 85 und 86):

$$H'_A = H + R_p \frac{l_1}{e}, \qquad A' = \frac{1}{2} \Sigma P \left(1 + \frac{e'}{2e}\right) + R_p \frac{4f}{3e},$$

$$H'_B = H - R_p \frac{l_1}{e}, \qquad B' = \Sigma P - A',$$

wobei $\qquad H = z_f (\frac{1}{2} \Sigma P + \frac{1}{4} P_i).$

Zahlenbeispiel. Es sei $l = 2 l_1 = 30$ m, $e = 5{,}5$ m, $e' = 4$ m, $f = \frac{l}{8} = 3{,}75$ m, $J_e = 900\,000$ cm⁴, $\frac{J_e}{F_e} = 0{,}1$ m², $n = 12$. — Die Einflußlinie für H infolge lotrechter Lasten (ohne Rücksicht auf R_p) ist eine Parabel vom Pfeile

$$(119)\qquad z_f = \frac{3 l_1}{8 f} \frac{1}{1 + \frac{15}{8} \frac{J_e}{F_e f^2}} = 1{,}48.$$

Zu $l_1 = 15$ m gehört $P_i = 80$ t, $\Sigma P = 98$; es folgt also

$$R_p = \frac{3}{4} \cdot 80 \cdot \frac{4{,}0 \cdot 8}{30 \mu} = \frac{64}{\mu},$$

$$H = 1{,}48 (49 + 20) = 102,$$

$$H'_A = 102 + \frac{175}{\mu}, \qquad H'_B = 102 - \frac{175}{\mu},$$

$$A' = 67 + \frac{58}{\mu}, \qquad B' = 98 - A'.$$

Abb. 26.

Der Windverband enthalte in jedem Fache zwei steife Diagonalen mit durchschnittlich $d = 6{,}2$ m $\left(\text{also } \frac{d^3}{l_1^3} = 0{,}07\right)$ und $\frac{J_e}{F_d} = \frac{900\,000}{60} = 1{,}5$ m². Es ergeben sich dann nach Gleich. 114 die Werte

$$\mu = 1 + 0{,}284 + 1{,}344 = 2{,}63,$$

$$R_p = 24{,}3 \text{ t}, \quad H'_A = 169 \text{ t}, \quad H'_B = 35 \text{ t}, \quad A' = 89 \text{ t}, \quad B' = 8 \text{ t}.$$

Für einen Flacheisenwindverband sei

$$\frac{J_e}{F_d} = \frac{900\,000}{22{,}5} = 4{,}0 \text{ m}^2, \quad \frac{J_e}{F_e} = \frac{900\,000}{60} = 1{,}5 \text{ m}^2.$$

Man findet $\left(\text{mit } \frac{e^3}{l_1^3} = 0{,}05\right)$:

$$\mu = 1 + 0{,}284 + 7{,}168 + 1{,}920 = 10{,}37,$$

$$R_p = 6{,}2 \text{ t}, \quad H'_A = 119 \text{ t}, \quad H'_B = 85 \text{ t}, \quad A' = 73 \text{ t}, \quad B' = 25 \text{ t}.$$

Wird (nach Abb. 17, III) ein oberer Windverband mit Mittelgelenk angewendet, so entsteht (mit $w_e = 0{,}45$, $w_f = 0{,}15$, $w_l = 0{,}15$) infolge Winddruckes

$$R_w = (w_e + w_f) \frac{l_1}{2} + w_l l_1 = 6{,}75 \text{ t}.$$

Selbst bei den wenig steifen Flacheisendiagonalen ist R_p nahezu so groß wie R_w.

9. Parabelförmige Sichelträger. Sind beide Gurtungen eines Sichelträgers parabelförmig, so ist mit den aus Abb. 26 ersichtlichen Bezeichnungen

$$h_m : y_{mo} : y_{mu} = f : f_o : f_u.$$

Liegt der Windverband in der unteren Gurtung, so ergibt sich für den Belastungszustand $R = X_a = -e$, für den hinteren Träger

$$119)\begin{cases} O_m \cos \beta_m = -\frac{M_m^u}{h_m} = -\frac{f_u x''_m}{3f} \\ U_{m+1} \cos \gamma_{m+1} = -O_m \cos \beta_m - \mathfrak{H}_{m+1} \\ D_m \cos \varphi_m = \frac{M_m^u}{h_m} - \frac{M_{m-1}^u}{h_{m-1}} = -\frac{f_u \lambda_m}{3f} \\ V_m \lambda_{m+1} = M_m^u \frac{h_m^r}{h_m} - M_{m+1}^u = \frac{f_u x''_m h_m^r}{3f} - \frac{y_{(m+1)u} x''_{m+1}}{3}. \end{cases}$$

Verbindet dagegen der Windverband die oberen Gurtungen, so ist

$$120)\begin{cases} U_{m+1} \cos \gamma_{m+1} = +\frac{M_m^o}{h_m} = \frac{f_o x''_m}{3f} \\ O_m \cos \beta_m = -U_{m+1} \cos \gamma_{m+1} - \mathfrak{H}_m \\ D_m \cos \varphi_m = \frac{M_m^o}{h_m} - \frac{M_{m-1}^o}{h_{m-1}} = -\frac{f_o \lambda_m}{3f} \\ V_m \lambda_m = M_{m-1}^o - M_m^o \frac{h_m^l}{h_m} = \frac{y_{(m-1)o} x''_{m-1}}{3} - \frac{f_o x''_m h_m^l}{3f}. \end{cases}$$

Für die in Abb. 10 zeichnerisch ermittelten Strecken h_m^r und h_m^l gelten die Formeln

$$121)\begin{cases} h_m^l = h_{m-1} - \frac{4 f_u (\lambda_m + \lambda_{m+1})}{l^2} \\ h_m^r = h_{m+1} + \frac{4 f_o (\lambda_m + \lambda_{m+1})}{l^2}. \end{cases}$$

Die Horizontalkraft ist für einen Windverband mit zwei Scharen steifer Diagonalen

$$\mathfrak{H}_m = x''_m + \frac{\lambda_m}{2}.$$

Hinsichtlich der anderen Anordnungen verweisen wir auf die Formeln 49 u. 51.

Um nun die Biegungslinie für den Belastungszustand $R = X_a = -1$ durch eine geschlossene Formel darzustellen, ersetzen wir, unendlich kleine Feldlängen annehmend[23]), die auf Seite 137 eingeführten Gewichte $\overline{w}$ durch eine stetige Belastung und erhalten für den Fall eines untenliegenden Windverbandes, auf den wir uns hier beschränken wollen, die Differentialgleichung

$$\frac{d^2 \eta}{dx''^2} = -\frac{d \overline{w}}{dx} = -\left(\frac{M_m^u}{h_m^2} + \frac{M_m^o}{h_m^2}\right) \frac{1}{EF_e} \cdot \frac{1}{e},$$

wo

$$\frac{M_m^o}{h_m} = \frac{M_m^u}{h_m} + \frac{x''}{e} = \left(\frac{f_u}{3f} + 1\right) \frac{x''}{e}.$$

23) Die Werte $\mathfrak{H}_m$ für die verschiedenen Anordnungen des Windverbandes werden dann gleich groß $= x''$.

Da nun

$$h_m = f\left(1 - \frac{x''^2}{l_1^2}\right)$$

ist, so folgt

$$\frac{d^2\eta}{dx''^2} = -\left(\frac{2}{3}\frac{f_u}{f} + 1\right)\frac{l_1}{fe}\,\frac{\frac{x''}{l_1}}{1 - \frac{x''^2}{l_1^2}}\,dx\,\frac{1}{EF_c}.$$

Integriert man diese Gleichung und berechnet man die Integrations-Konstanten mit Hilfe der Bedingungen: $\eta'' = 0$ für $x'' = 0$ und $x'' = l_1$, so erhält man

$$122)\qquad \eta = \left(\frac{2}{3}\frac{f_u}{f} + 1\right)\frac{l_1^2}{2ef}\,\varepsilon_z\,\frac{1}{EF_c},$$

wo

$$123)\qquad \varepsilon_z = \frac{x'}{l_1}\log\frac{x'}{l_1} - \frac{x}{l_1}\log\frac{x}{l_1} - 2\frac{x''}{l_1}\log 2\ ^{24)}$$

eine von den Abmessungen der Brücke unabhängige Zahl bedeutet; sie ist durch die folgende Tafel bestimmt. Die Teilung von l_1 in 10 gleichlange Strecken erweist sich auch bei großen Spannweiten als ausreichend für die Aufzeichnung der η-Linie.

$\frac{x}{l_1}$	$\frac{x'}{l_1}$	$\frac{x''}{l_1}$	ε_z
0,1	1,9	0,9	0,202
0,2	1,8	0,8	0,271
0,3	1,7	0,7	0,293
0,4	1,6	0,6	0,287
0,5	1,5	0,5	0,262
0,6	1,4	0,4	0,223
0,7	1,3	0,3	0,175
0,8	1,2	0,2	0,120
0,9	1,1	0,1	0,061

ε_z wird ein Maximum für

$$\log\left(1 - \frac{x''^2}{l_1^2}\right) = 2(\log 2 - 1)$$

d. i. für $x'' = 0{,}68\,l_1$. Man erhält

$$\max\ \varepsilon_z = 0{,}298.$$

Aus der η-Linie findet man nun die Einflußlinie für R_p mittels der Gleichung

$$R_p = X_a = \frac{\eta}{\delta_{aa}} = \frac{\eta}{\frac{4}{e^2}\int\limits_0^{l_1}\left(\frac{M_m^{u2}}{h_m^2} + \frac{M_m^{o2}}{h_m^2}\right)\frac{d_x}{EF_c} + \Sigma\frac{S_a^2 s}{EF}}.$$

Das Integral erstreckt sich über die Hälfte eines Hauptträgers und die Summe über die Diagonalen und Querriegel des Windverbandes. Nun ist

$$\frac{M_m^{u2}}{h_m^2} + \frac{M_m^{o2}}{h_m^2} = \frac{f_u^2}{9f^2}x''^2 + \left(\frac{f_u}{3f} + 1\right)^2 x''^2$$

und man gelangt zu der einfachen Gleichung

$$124)\qquad R_p = \frac{3}{8}\,\frac{e}{f}\,\frac{\left(1 + \frac{2}{3}\frac{f_u}{f}\right)\varepsilon_z}{1 + \frac{2}{3}\frac{f_u}{f} + \frac{2}{9}\frac{f_u^2}{f^2} + \varepsilon_w},$$

wo

$$125)\qquad \varepsilon_w = \frac{3}{4}\frac{e^2}{l_1^3}\,\Sigma S_a^2 s\,\frac{F_c}{F_d}.$$

24) Bei der Berechnung der Konstanten beachte man, daß $\lim\limits_{x=0}\left(\frac{x}{l_1}\log\frac{x}{l_1}\right) = 0\cdot\infty = 0$ ist. Wir schreiben log statt ln, um einer Verwechslung mit den Zeichen l, n vorzubeugen.

Für den Windverband mit zwei steifen Diagonalen in jedem Felde ist (vgl. S. 156)

$$126)\qquad \varepsilon_w = \frac{3}{8}\,n\,\frac{d^3}{l_1^3}\,\frac{F_c}{F_d}.$$

Enthält jedes Feld zwei Flacheisendiagonalen oder eine steife Diagonale, so ist

$$127)\qquad \varepsilon_w = \frac{3}{4}\,n\left[\frac{d^3}{l_1^3}\,\frac{F_c}{F_d} + \frac{e^3}{l_1^3}\,\frac{F_c}{F_e}\right].$$

Für einen Windverband mit Halbdiagonalen (Abb. 15) hat man

$$128)\qquad \varepsilon_w = \frac{3}{2}\,n\left[\frac{d^3}{l_1^3}\,\frac{F_c}{F_d} + \frac{1}{4}\frac{e^3}{l_1^3}\,\frac{F_c}{F_e}\right].$$

Aus der η-Linie kann man nun die ξ-Linie und die Verschiebung ξ des Bogenscheitels in derselben Weise berechnen wie in dem vorgetragenen Zahlenbeispiel. Für R_w, H_{Aw}, A_w darf man aber auch die Näherungsformeln 100 und 104 benutzen.

Liegt eine zweigleisige Eisenbahnbrücke vor, so erhält man den größten Querwiderstand R_p infolge lotrechter Lasten

$$129)\qquad R_p = \frac{3}{4}\,\frac{e'}{f}\,\frac{\left(1 + \frac{2}{3}\frac{f_u}{f}\right)\Sigma P\varepsilon_z}{1 + \frac{2}{3}\frac{f_u}{f} + \frac{2}{5}\frac{f_u^2}{f^2} + \varepsilon_w},$$

wo e' die Gleisentfernung (Abb. 25) bedeutet. Die Summe erstreckt sich nur über einen der beiden in Abb. 25 im Grundriß durch Schraffierung angedeuteten Eisenbahnzüge.

Ersetzt man die ε_z-Linie durch eine Parabel vom Pfeil $\varepsilon_{z\,max} = 0{,}298$, so ist $\Sigma P\varepsilon_z = 0{,}298\,P_i$, und man gelangt zu der einfachen Formel

$$130)\qquad \max R_p = 0{,}22\,\frac{e'}{f}\,P_i\,\frac{1 + \frac{2}{3}\frac{f_u}{f}}{1 + \frac{2}{3}\frac{f_u}{f} + \frac{2}{9}\frac{f_u^2}{f^2} + \varepsilon_w}.$$

Zahlenbeispiel. Es sei $l = 2l_1 = 80$ m, $f_u = 12$ m, $f_o = 16$ m, $f = 4$ m, $e = 5{,}5$ m, $e' = 4{,}0$ m. Der Windverband habe in jedem Felde zwei steife Diagonalen mit durchschnittlich $d = 7{,}0$ m und $F_d = \frac{1}{12}F_c$. Dann ergibt sich

$$\varepsilon_w = \frac{3}{4}\cdot 20\cdot\frac{343\cdot 12}{64000} = 1 \text{ und } R_p = \frac{3}{4}\,\Sigma P\varepsilon_z\cdot\frac{1}{2}.$$

Die in die Abb. 26 eingetragene ungünstigste Zugstellung erzeugt

$$\max R_p = \frac{3}{4}\cdot 54{,}2 = 20{,}3\,\text{t}.$$

Nach der Formel 130 findet man, wegen $P_i = 188$ t,

$$\max R_p = 0{,}22\cdot P_i\,\frac{1}{2} = 20{,}7\,\text{t},$$

also fast genau denselben Wert.

Zum Schluß dieser Untersuchung heben wir nochmals hervor, daß die Berechnung von R_p an die Voraussetzung gebunden ist, daß ein etwa in der Fahrbahntafel liegender oberer Windverband die auf ihn wirkenden Lasten in statisch bestimmter Weise mittels Querrahmen auf den unteren Windverband überträgt, daß also jedem bis zur Fahrbahntafel reichenden Querrahmen ein Gelenk des oberen Windverbandes entspricht. Mit dem Falle eines gelenklosen oberen Windverbandes werden wir uns in der nächsten Abhandlung beschäftigen.

Verzeichnis der im preußischen Staate und bei Behörden des deutschen Reiches angestellten Baubeamten.

(Am 20. Dezember 1903.)

I. Im Ressort des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

A. Beim Ministerium.

Schroeder, Exzellenz, Wirklicher Geheimer Rat, Ministerial- und Oberbaudirektor der Abteilung für die techn. Angelegenheiten der Verwaltung der Staats-Eisenbahnen.
Hinckeldeyn, Ober-Baudirektor u. Ministerial-Direktor der Hochbau-Abteilung.

a) Vortragende Räte.

v. Doemming, Ober-Baudirektor.
Wiehert, Geheimer Ober-Baurat.
Keller (A.), desgl.
Dr.-Ing. Dr. Zimmermann, desgl.
Schneider, desgl.
Müller (Karl), desgl.
Koch, desgl.
Blum, desgl.
Dr. Thür, desgl.
Sarrazin, desgl.
Thoemor, desgl.
Hoffmann, desgl.
Wolff (Wilhelm), desgl.
Saal, desgl.
Schürmann, desgl.
Germelmann, desgl.
Roeder, desgl.
Nitschmann, desgl.
Kieschke, desgl.
Hoßfeld, Geheimer Baurat.
Delius, desgl.
Anderson, desgl.
Launer, desgl.
Keller (H.), desgl.
Sympher, Geheimer Baurat.
Richard (Franz), desgl.
Gerhardt desgl.
Höffgen, desgl.
Scholkmann, desgl.
Rüdell, desgl.
Körte, desgl.
Breusing, desgl.
Sprengell, desgl.

b) Ständige technische Hilfsarbeiter.

Truhlsen, Regierungs- und Baurat.
Wittfeld, desgl.

c) Hilfsarbeiter.

Eich, Regierungs- und Baurat.
Eger, desgl.
Wolff (Gustav), desgl.
Uber, desgl. (s. auch unter e)
Plachetka, desgl.
Frey, desgl. (s. auch unter e)
Glasenapp, desgl.
Natorp, desgl.
Schultze (Friedrich), desgl.
Roloff (Paul), Baurat, Wasserbauinspektor.
Kunze (Bruno), Eisenbahn-Bauinspektor.
Risehboth, desgl.
Mellin, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Krause (Friedrich), desgl.
Hofmann (Heinrich), desgl.
Lund (Cornelius), desgl.
Kumbier, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
Grages, desgl.
Cauer (nebenamtlich), Professor an der technischen Hochschule in Berlin.

d) Landesanstalt für Gewässerkunde.

Bindemann, Regierungs- und Baurat.
Ruprecht, desgl.
Krey, Baurat, Wasser-Bauinspektor.

e) In den technischen Bureaus der Abteilungen für das Bauwesen.

Uber, Regierungs- u. Baurat, Vorsteher des techn. Bureaus der Hochbauabteilung.
Butz, Baurat, Landbauinspektor.
de Bruyn, desgl. desgl.
Hohenberg, desgl. desgl.
Fasquel, desgl. desgl.
Müßigbrodt, Land-Bauinspektor.
Bueck, desgl.
Engelmann, desgl.
Klingholz, desgl.
Kickton, desgl.
Frey, Regierungs- u. Baurat, Vorsteher des technischen Bureaus der Wasserbauabteilung.
Erbkam, Baurat, Wasser-Bauinspektor.
Flebbe, Wasser-Bauinspektor.
Bergius, desgl.
Schnapp, desgl.
Degener, desgl.
Mattern, desgl.

B. Bei den Königlichen Eisenbahndirektionen.

1. Königliche Eisenbahndirektion in Altona.

Jungnickel, Präsident.

Direktionsmitglieder:

Caesar (Rudolf), Ober- u. Geheimer Baurat.
Haaß, Geheimer Baurat.
Roßkothen, desgl.
Nöh, desgl.
Steinbiß, Eisenbahndirektor.
Blunck (Christian), Regierungs- und Baurat.
Goldbeck, desgl.
Kaufmann, desgl.
Schreiber, desgl.
Galmert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.

Schwartz, Regierungs- und Baurat.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspektoren bei der Direktion:

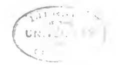
Moeller, Eisenbahn-Bauinspektor.
Merling, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
Bergmann, desgl.
Schmidt (Antonio), Landbauinspektor.
Christ, Eisenbahn-Bauinspektor.
Schmitz (Balduin), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.

Wickmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Kiel.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Altona: Staudt (Georg), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Berlin 10: Zinkeisen, Eisenbahndirektor.
Flensburg 1: Schreinert, Regierungs- und Baurat.
" 2: Wondenburg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Glückstadt: Rehdantz, desgl.
Hamburg: Fülscher, desgl.
Harburg: Sauerwein, Eisenbahndirektor.
Husum: Pustau, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.



Kiel: Ehrenberg, Regierungs- u. Baurat.
Ludwigslust: Köhr, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Neumünster: Büchting, Regierungs- und Baurat.
Oldesloe: Metzger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor (auftrw.).
Wittenberge: Laner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.

Maschineninspektionen:
Flensburg: Reinert, Eisenbahndirektor.
Glückstadt: Pieper, Eisenb.-Bauinspektor (auftrw.).
Hamburg: Brandt (Albert), Eisenbahndirektor.
Harburg: Haubitz, Eisenb.-Bauinspektor.
Kiel: Schwanebeck, Regierungs- u. Baurat.
Wittenberge: Kohlhardt, Eisenb.-Bauinspekt.

Werkstätteninspektionen:
Harburg: Lehners, Eisenbahn-Bauinspektor.
Neumünster: Dütting, desgl.
Wittenberge: a) Wustnei, Regierungs- und Baurat.
b) Welfen, Eisenb.-Bauinsp.

2. Königliche Eisenbahndirektion in Berlin.

Direktionsmitglieder:

Geppel, Ober- u. Geheimer Baurat.
Rustemeyer, Geheimer Baurat.
Garbe, desgl.
Berk, desgl.
Schneidt, desgl.
Gantzer, desgl.
Haas, desgl.
Bathmann, Regierungs- und Baurat.
Suadicani, desgl.
Schwandt, desgl.
Herr (Friedrich), desgl.
Domschke, desgl.
Falke, desgl.
Lehmann (Hans), desgl.
Platt, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenb.-Bauinspektoren bei der Direktion:

Biedermann (Ernst), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
Guericke, desgl.
Meyer (August), desgl.
Alexander, Eisenbahn-Bauinspektor.
Nellessen, desgl.
Roudolf, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspekt.
Cornelius, Land-Bauinspektor.
Weddigen, Eisenb.-Bauinspektor.
Fischer (Walter), desgl.

Busse, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor in Potsdam.
Jung, desgl. in Berlin.
Thimann, desgl. in Berlin.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:
Berlin 1: Wambsganß, Regierungs- und Baurat.
„ 2: von den Bercken, desgl.
„ 3: Settgast, desgl.
„ 4: v. Schütz, Geh. Baurat.
„ 5: Beil, Regierungs- u. Baurat.
Berlin 6: v. Zabiensky, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
„ 7: Schwarz (Karl), desgl.
„ 8: Schubert, Eisenbahndirektor.
„ 9: Beedecker, Regier.- u. Baurat.

Maschineninspektionen:
Berlin 1: Meyer (Max), Regier.- u. Baurat.
„ 2: Simon (Georg), desgl.
„ 3: Loch, Eisenbahn-Bauinspektor.
„ 4: Daus, Regierungs- und Baurat.

Werkstätteninspektionen:
Berlin 1: a) Patrunky, Regier.- u. Baurat.
b) Sachse, Eisenb.-Bauinspektor.
„ 2: a) Wenig (Karl), Eisenb.-Direktor.
b) Schramke, Eisenb.-Bauinsp.
Grunewald: a) Cordes, Regier.- u. Baurat.
„ b) Reppenhagen, Eisenb.-Bauinspektor.
Potsdam: Schumacher, Geheimer Baurat.
Tempelhof: a) Schlesinger, Geh. Baurat.
„ b) Gronewaldt, Regierungs- u. Baurat.

3. Königliche Eisenbahndirektion in Breslau.

Direktionsmitglieder:

Neumann, Ober- und Geheimer Baurat.
Kirsten, Geheimer Baurat.
Urban, desgl.
Sartig, desgl.
Wagner, desgl.
Schmedes, Regierungs- und Baurat.
Meyer (Alfred), Eisenbahndirektor.
Backs, Regierungs- und Baurat.
Hellmann (Karl), desgl.
Seyberth, desgl.
Wegner (Gustav), desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspektoren bei der Direktion:

Schramke (Richard), Baurat, Eisenb.-Bauinsp.
Horstmann (Wilhelm), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
Ruppell, desgl.
Plüschke, desgl.
Stephani, desgl.
Lütke, desgl.
Hartwig (Friedrich), desgl.
Strahl, Eisenb.-Bauinspektor.
Büttner (Max), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
Kurowski, desgl.

Klüsche, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor in Breslau.
Schwenkert, desgl. in Waldenburg.
Prelle, desgl. in Bunzlau.
Witke, desgl. in Sorau.
Riebensahm, desgl. in Reinerz.
Schiefler, desgl. in Schweidnitz.
Horn (Reinhold), desgl. in Schmiedeberg.
Kloetzscher, desgl. in Breslau.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:
Breslau 1: Biedermann (Julius), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
Breslau 2: Flender, Regierungs- u. Baurat.
„ 3: Sugg, desgl.
„ 4: Luniatschek, Eisenb.-Direktor.
Glatz: Kemerek, Regierungs- u. Baurat.
Görlitz 1: Rieken, Regierungs- u. Baurat.
„ 2: Schmalz, desgl.
Hirschberg: Fidelak, desgl.
Liegnitz 1: Kieckhefer, desgl.
„ 2: Schroeter (Oskar), desgl.
Neiße 1: Pritzel, Eisenbahndirektor.
„ 2: Buchholz (Richard), Regierungs- und Baurat.
Sorau: Estkowski, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Waldenburg: Teichgraeber, desgl.

Maschineninspektionen:
Breslau 1: Grund, Eisenbahn-Bauinspektor.
„ 2: Karitzky, desgl.
Görlitz: Suck, Eisenbahndirektor.
Liegnitz: Schwen, desgl.
Neiße: v. Bichowsky, Reg.- u. Baurat.

Werkstätteninspektionen:
Breslau 1: a) Uhlmann, Eisenb.-Direktor.
„ b) Kosinski, desgl.
„ c) Epstein, Eisenb.-Bauinspekt.
„ 2: Kühne, desgl.
„ 3: Fränkel (Emil), Reg.- u. Baurat.
„ 4: Leske, desgl.
Lauban: Domann, desgl.

4. Königliche Eisenbahndirektion in Bromberg.

Direktionsmitglieder:

Janssen, Ober- und Geheimer Baurat.
Schlemm, Geheimer Baurat.
Simon (Hermann), Regierungs- u. Baurat.
Hossenfelder, desgl.
Busmann, desgl.
Scheibner, desgl.
Veß, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektoren:

Gehrts, Baurat (beurlaubt).

Rudow, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinsp. in Murowana-Goslin.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:
Bromberg 1: Kreeber, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
„ 2: Maley, Regierungs- u. Baurat.
Küstrin: Freudenfeldt, desgl.
Inowrazlaw 1: Dietrich, desgl.
„ 2: Menzel, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Nakel: Mahler (Albert), desgl.
Posen 1: Viereck (Karl), Reg.- u. Baurat.
Schneidemühl 1: Jeran, desgl.
„ 2: Weise (Eugen), desgl.
Soldin: Schlenski, desgl.
Stargard 1: Meyer (Bernhard), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspekt. (auftrw.).
Thorn 1: Grevemeyer, Reg.- u. Baurat.

Maschineninspektionen:
Bromberg: Voßkühler, Eisenbahndirektor.
Schneidemühl 1: Richter (August), Regier.- und Baurat.
„ 2: Altbüser, Eisenbahn-Bauinspektor.
Thorn: Müller (Friedrich), desgl.

Werkstätteninspektionen:
Bromberg: a) Müller (Karl), Eisenbahn-Bauinspektor.
„ b) Lang, desgl.

5. Königliche Eisenbahndirektion in Danzig.

Direktionsmitglieder:

Daub, Ober- und Geheimer Baurat.
Kistenmacher, Geheimer Baurat.
Seliger, desgl.
May, Regierungs- und Baurat.
Stimm, desgl.
Partenscky, desgl.
Struck, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektoren bei der Direktion:

Marloh, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspektor.
Sieh, desgl.

Oppermann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor in Danzig.
Sittard, desgl. in Lauenburg i/Pomm.
Kuhn, desgl. in Pr. Stargard.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Berent: Großjohann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Danzig 1: v. Busekist, desgl.
„ 2: Krome, desgl.
Dirschau 1: Landsberg, desgl.
„ 2: Elten, desgl.
Graudenz 1: Rhotert, desgl.
„ 2: Gette, Regierungs- u. Baurat.
Köslin: Bräuning, desgl.
Konitz 1: Capelle, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
„ 2: Peters (Richard), desgl.
Neustettin: Schilling (Waldemar), desgl.
Stolp 1: Biegelstein, desgl.
„ 2: Bernhard, Regier.- u. Baurat.
Thorn 2: Herzog (Otto), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor (auftrw.).

Maschineninspektionen:

Dirschau 1: Kuntze (Karl), Eisenb.-Bauinspektor.
„ 2: Füllner, desgl. (auftrw. vom 1. 4. 04).
Graudenz: Fietze, desgl.
Stolp: Rosenthal, desgl.

6. Königliche Eisenbahndirektion in Elberfeld.

Hoeft, Präsident.

Direktionsmitglieder:

Stündeck, Ober-Baurat.
Reichmann, Geheimer Baurat.
Meyer (Robert), desgl.
Zachariae, Regierungs- und Baurat.
Löbbecke, desgl.
Heeser, desgl.
Stampfer, desgl.
Schepp, desgl.
Schulz (Karl), desgl.
Kobé, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektoren bei der Direktion:

Klotzbach, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Krausgrill, desgl.
Ilkenhans, desgl.
Laise, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
Willigerod, desgl.

Gutjahr, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Hagen.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Altena: Richard (Theodor), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Köln-Deutz 1: Brener, desgl.
Düsseldorf 1: Schmale, desgl.
„ 2: Bergkammer, desgl.
„ 3: Rosenberg, desgl.
Elberfeld: Kuhler, desgl.
Hagen 1: Horstmann (Karl), desgl.
„ 2: Schaefer (Heinrich), desgl.
„ 3: Berthold, Regierungs- und Baurat.
Lennep: Beermann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Siegen: Benfer, desgl.

Maschineninspektionen:

Altena: Wehner, Reg.- u. Baurat.
Düsseldorf: Büscher, desgl.
Elberfeld: Schmidt (Erich), desgl.
Hagen: Post, Eisenbahn-Bauinspektor.

Werkstätteninspektionen:

Langenberg: Staehler, Eisenb.-Bauinspekt.
Opladen: Bluhm, desgl.
Siegen: Granhan, Regierungs- und Baurat.

7. Königliche Eisenbahndirektion in Erfurt.

Direktionsmitglieder:

Wilde, Ober-Baurat.
Rucker, Geheimer Baurat.
Schellenberg, Regierungs- und Baurat.
Siegel, desgl.
Uhlenhuth, desgl.
Recke, Eisenbahndirektor.
Baeseler, Regierungs- und Baurat.
Sannow, desgl.
Brosche, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspektoren bei der Direktion:

Wollner, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
Duwahl, desgl.
Kloke, desgl. (beurlaubt).
Rosenfeld (Martin), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.

Hahnzog, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Vacha.
Umlauff, desgl. in Eisenberg.
Böttrich, desgl. in Schleusingen.
Bischoff (Otto), desgl. in Erfurt.
Cuny, Landbauinspektor in Eisenach.
Mueckel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Hünfeld.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Arnstadt: Freye, Regierungs- und Baurat.
Koburg: Falck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Erfurt 1: Peters (Georg), desgl.
„ 2: Middendorf (Theodor), Regier.- und Baurat.
Gera: Jahn, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Gotha 1: Essen, desgl.
„ 2: Wittich, desgl.
Jena: Hüttig, Eisenbahndirektor.
Meiningen: Schluter, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Saalfeld: Hauer, Regierungs- u. Baurat.
Weimar: Huegen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Weißenfels: Lehmann (Friedrich), desgl.

Maschineninspektionen:

Erfurt: Teuscher, Regierungs- u. Baurat.
Jena: Brettmann, Eisenbahndirektor.
Meiningen: Martiny, desgl.
Weißenfels: Illner, Eisenb.-Bauinspektor.

Werkstätteninspektionen:

Erfurt: Knechtel, Eisenb.-Bauinspektor.
Gotha: Schwahn, Eisenbahndirektor.
Meiningen: Woulo, Eisenbahn-Bauinspektor.

8. Königliche Eisenbahndirektion in Essen a. Ruhr.

Direktionsmitglieder:

Meißner, Ober-Baurat.
Haarbeck, Geheimer Baurat.
Oestreich, desgl.
Kohn, desgl.
Dorner, Regierungs- und Baurat.
Schmedding, desgl.
Grothe, desgl.
Sigle, desgl.
Ruegenberg, desgl.
Holberg, desgl.
Riemer, desgl.
Krause (Otto), desgl. (s. a. Abnahme-Amt).
Kayser, desgl.
Geber, desgl.
Schrader (Albert), desgl.

Abnahme-Amt:

Krause (Otto), Reg.- und Baurat, Vorstand des Abnahme-Amts.
Teuron, Eisenb.-Bauinspektor in Aachen.
Diedrich, desgl. in Essen.
Husham, desgl. in Düsseldorf.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektoren bei der Direktion:

Genth, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Scheffer, desgl.

Pusch, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor in Gelsenkirchen.
Lewin, desgl. in Oberhausen.
Raabe, desgl. in Lünen.
Schroder (Nikolaus), desgl. in Dortmund.
Kraus (Johann), desgl. in Recklinghausen.
Hamm, Landbauinspektor in Essen.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Bochum: Wächter, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Dortmund 1: Kaupe, desgl.
„ 2: Grimm (Heinrich), desgl.
„ 3: Kuhlmann, Reg.- und Baurat.
Duisburg 1: Michaelis (Adalbert), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
„ 2: Lüpke, desgl.

Essen 1: Rhodo, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
„ 2: Broustin, desgl.
„ 3: Sommerfeldt, Regierungs- und Baurat.
„ 4: Schneck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Wesel: v. Milewski, Regierungs- u. Baurat.

Maschineninspektionen:

Dortmund: Othegraven, Geheimer Baurat.
Duisburg 1: Levy, Eisenbahn-Bauinspektor.
„ 2: de Haas, desgl.
Essen 1: Bergerhoff, desgl.
„ 2: Trenn, desgl.

Werkstätteninspektionen:

Dortmund 1: a) Lenz, Eisenb.-Bauinspektor.
„ b) Boslling, desgl.
„ 2: Gadow, desgl.
Oberhausen: Boy, desgl.
Speldorf: v. Lemmers-Danforth, Eisenbahn-Bauinspektor.
Witten: a) Hellmann (Ludwig), desgl.
„ b) Grubo, desgl.
„ c) Müller (Gustav), Eisenbahndirektor.

9. Königliche Eisenbahndirektion in Frankfurt a. Main.

Direktionsmitglieder:

Clausnitzer, Ober- und Geheimer Baurat.
Usener, Geheimer Baurat.
Fischer, desgl.
Siewert, desgl.
Rimrott, desgl.
Lohmeyer, Regierungs- und Baurat.
Strasburg, desgl.
Barzen, desgl.
Wolpert, Großh. hessischer Regierungs- u. Baurat.
Samans, Regierungs- und Baurat.

Wegner (Armin), Regierungs- und Baurat (Hochbaufach).

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektoren bei der Direktion:

Lorey, Eisenbahn-Betriebsinspektor.
Riemann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.

Petri, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor in Wiesbaden.
Pietig, desgl. in Herborn.
Lavezzari, desgl. in Wiesbaden.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Köln-Deutz 2: Stuhl, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Frankfurt a. M. 1: Oesten, desgl.
„ 2: v. Borries, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor (auftrw.).
Fulda 1: Günter (Hermann), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
„ 2: Henning, Reg.- u. Baurat.
Gießen 1: Zimmermann (Ernst), Großh. hessischer Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
„ 2: Roth (Ludwig), Großh. hessischer Regier.- und Baurat.
Limburg: Klimberg, Reg.- u. Baurat.
Neuwied 2: Bansen, desgl.
Wetzlar: Dr. v. Ritgen, desgl.
Wiesbaden 1: Multhaupt, desgl.
„ 2: Stromeyer, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.

Maschineninspektionen:

Frankfurt a. M.: Schayer, Eisenb.-Direktor.
Fulda: Baldamus, Eisenbahn-Bauinspektor.
Gießen: Schmidt (Friedrich), desgl.
Limburg: Bockholt, desgl.
Wiesbaden: Daunert, Regierungs- und Baurat.

Werkstätteninspektionen:

Betzdorf: Krause (Paul), Regierungs- und Baurat.
Frankfurt a. M.: 1: Harr, Eisenbahn-Bauinspektor.
„ 2. Oelert, Eisenbahndirektor.
Fulda: Kirchhoff (August), desgl.
Limburg: Kersten, Eisenbahn-Bauinspektor.

10. Königliche Eisenbahndirektion in Halle a. Saale.

Direktionsmitglieder:

Bischof (Paul), Ober- u. Geheimer Baurat.
Reuter, Geheimer Baurat.
Sprenger, desgl.
Reck, desgl.
Klopsch, desgl.
Caspar, desgl.
Stahl (Philipp), Großherzogl. hessischer Regierungs- und Baurat.
Werren, Regierungs- und Baurat.
Schwidtal, desgl.
Graeger, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektoren bei der Direktion:

Seyffert, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.

Lemcke, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspektor in Querfurt.
Roth (Anton), desgl. in Guben.
Gullmann, desgl. in Kottbus.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Berlin 12: Bethe, Regierungs- u. Baurat.
„ 13: Stoertz, desgl.
„ 14: Günther, desgl.
Kottbus 1: Sachse (August), Eisenbahndirektor.
„ 2: Am Ende, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspektor.
„ 3: Berns (Julius), desgl.
Dessau 1: Loycke, Regierungs- u. Baurat.
„ 2: Hesse (Rob.), Eisenbahndirektor.
Halle 1: Bens, Regierungs- und Baurat.
„ 2: Hentzen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Hoyerswerda: Manskopf, Reg.- u. Baurat.
Leipzig 1: Robbein, desgl.
„ 2: Michaëlis (Paul), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Wittenberg: Müller (Arthur), Eisenbahndirektor.

Maschineninspektionen:

Berlin 5: Unger, Eisenbahn-Bauinspektor.
Kottbus: Bruck, Regierungs- und Baurat.
Dessau: Wenig (Robert), Eisenbahndirektor.
Halle: Stephan (Otto), desgl.
Leipzig: Weinnoldt, Reg.- und Baurat.

Werkstätteninspektionen:

Kottbus: Neugebaur, Reg.- und Baurat.
Halle: a) Werthmann, Eisenb.-Bauinsp.
b) Berthold (Otto), desgl.

11. Königliche Eisenbahndirektion in Hannover.

Wiesner, Präsident.

Direktionsmitglieder:

Taegliehsbeck, Ober-Baurat.
Schaefer, Geheimer Baurat.
Frederking, desgl.
Alken, desgl.
Rabantisch, desgl.
Bindemann, desgl.
Peters (Emil), Regierungs- und Baurat.
Boie, desgl.
Brandt (Hermann), desgl.
Holverscheit, desgl.
Leitzmann, desgl.
Gutbier, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektoren bei der Direktion:

Schlesinger, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Köhler, desgl.
Ulrich (Max), desgl.
Stahl (Karl), desgl.
Schwemann, desgl.
Nixdorff, desgl.
Denicke, desgl.

Schacht, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor in Celle.
Wallwitz, desgl. in Hannover.
Krzyzankiewicz, desgl. in Winsen a. Aller.
Haedicke, desgl. in Bielefeld.
Czygan, desgl. in Verden.
Fulda, desgl. in Lage.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Bielefeld: Boßmann (Franz), Eisenb.-Bau- und Betriebsinspektor.
Bremen 1: Wehde, desgl. (auftrw.).
„ 2: Eberlein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Geestemünde: Smierzchalski, desgl.
Hameln 1: Nohturfft, Regierungs- und Baurat.
„ 2: Hartwig (Karl), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Hannover 1: Ritter, desgl.
„ 2: Thomsen, Regierungs- und Baurat.
„ 3: Fuhrberg (Konrad), desgl.
Hildesheim: Hahn, Geheimer Baurat.
Lüneburg: Krüger (Eduard), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Minden: Winde, Regierungs- u. Baurat.

Stendal 1: Denkhaus, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Uelzen: Deufel, desgl.

Maschineninspektionen:

Bremen: Ritze, Eisenbahn-Bauinspektor.
Hameln: Schmidt (Hugo), Reg.- u. Baurat.
Hannover 1: Patté, Eisenbahn-Bauinspektor.
„ 2: Glimm, desgl.
Minden: Lutterbeck, Eisenbahndirektor.

Werkstätteninspektionen:

Bremen: Dege, Eisenbahndirektor.
Leinhausen: a) Baum, Regier.- u. Baurat.
„ b) Rizor, desgl.
„ c) Erdbrink, Eisenbahn-Bauinspektor.
Stendal: Tanneberger, Regierungs- und Baurat.

12. Königliche Eisenbahndirektion in Kassel.

Direktionsmitglieder:

Tholen, Ober- und Geheimer Baurat.
Zickler, Geheimer Baurat.
Hövel, desgl.
Brünjes, desgl.
Jacobi, desgl.
Meyer (James), desgl.
Goos, desgl.
Démanget, Regierungs- u. Baurat.
Buchholtz (Wilhelm), desgl.
Kiesgen, desgl.
Lohmann (Otto), desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspektoren bei der Direktion:

Heinemann (Karl), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Bode, Eisenbahn-Bauinspektor.

Bund, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor in Olsberg.
Schrader, desgl. in Treysa.
Jacobs (Franz), desgl. in Hersfeld.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Arnsberg: Maas, Regierungs- u. Baurat.
Eschwege: Schneider (Walther), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
Göttingen 1: Lohr (Albert), Reg.- u. Baurat.
„ 2: Lund (Emil), Eisenb.-Direktor.
Kassel 1: Schmidt (Rudolf), desgl.
„ 2: Bockmann, Reg.- u. Baurat.
„ 3: Prins, desgl.
Marburg: Borggreve, desgl.
Nordhausen 1: Fenkner, desgl.
„ 2: Mahn, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Paderborn 1: Dane, Reg.- und Baurat.
„ 2: Prött, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Soest: Peters (Friedrich), Eisenb.-Direktor.
Warburg: Henze, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.

Maschineninspektionen:

Göttingen: N. N.
Kassel 1: v. Sturmfeder, Eisenbahn-Bauinspektor (auftrw.).
Kassel 2: Hoefer, Regierungs- u. Baurat.
Nordhausen: Pulzner, Eisenbahndirektor.
Paderborn: Tilly, desgl.

Werkstätteninspektionen:

Arnsberg: Kucherti, Regier.- u. Baurat.
Göttingen: Herrmann (Max), desgl.
Kassel: a) Maercker, Eisenbahndirektor.
„ b) Kleimenhagen, Eisenbahn-Bauinspektor.
Paderborn: a) Staud (Arnold), Regierungs- und Baurat.
„ b) Römer, Eisenb.-Bauinspekt.

13. Königliche Eisenbahndirektion in Kattowitz.

Haßlengier, Präsident.

Direktionsmitglieder:

Pilger, Ober-Baurat.
Bachmann, Regierungs- und Baurat.
Jahnke, desgl.
Werren (Max), desgl.
Fahrenhorst, desgl.
Storck, desgl.
Mertens, desgl.
Leonhard, desgl.
Labes, desgl.
Kullmann, desgl.
Kressin, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektoren bei der Direktion:

Greve (Herm.), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Heinemann (Fritz), desgl.
Springer, desgl.

Mortensen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Kattowitz.
Herzog (Georg), desgl. in Gleiwitz.
Zebrowski, desgl. in Kattowitz.
Brieger, desgl. in Gleiwitz.
Hoose, desgl. in Beuthen O/S.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Beuthen O/S. 1: Heller, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
„ 2: Winter (Franz), Regier.- und Baurat.
Gleiwitz 1: Falkenstein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
„ 2: Burgund, desgl.
Kattowitz: Stockfisch, desgl.
Kreuzburg: Spirgatis, Regier.- u. Baurat.
Oppeln 1: Krauß (Alfred), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
„ 2: Sommerkorn, Reg.- u. Baurat.
Ratibor 1: Leipziger, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
„ 2: Gelbcke, Eisenbahndirektor.
Tarnowitz: Jaspers, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.

Maschineninspektionen:

Kattowitz: Wolff (Fritz), Eisenbahn-Bauinspektor.
Kreuzburg: Berns (August), desgl.
Ratibor: Rumpf, Eisenb.-Maschineninspektor.

Werkstätteninspektionen:

Gleiwitz: a) Vogel, Eisenbahn-Bauinspektor.
„ b) Thomas (Ludwig), desgl.
Außerdem in Gleiwitz (für neue Lokomotivwerkstätte):
Müller (Otto), Eisenb.-Bauinspekt.
Ratibor: Geitel, desgl.

14. Königliche Eisenbahndirektion in Köln.

Direktionsmitglieder:

Jungbecker, Ober-Baurat.
Wessel, Geheimer Baurat.
Esser, desgl.
Schmitz (Gustav), desgl.
Berger, Regierungs- und Baurat.
Berchart, desgl.
Nöhre, desgl.
Meyer (Ignatz), desgl.
Maßmann, desgl.
Wolf (Herm.), desgl.
Janensch (Walter), desgl.
Cloos, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor (auftrw.).

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspektoren bei der Direktion:

Hildebrand, Baurat (beurlaubt).
Wendt, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
Weiler, desgl. (beurlaubt).
Guillery, Eisenbahn-Bauinspektor.

Prange, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspekt. in Koblenz.
Vater, desgl. in Neuß.
Müller (Gerhard), desgl. in Köln.
Staud (August), desgl. in Köln.
Henkes, desgl. in Krefeld.
Weis (Wilhelm), desgl. in Aachen.
Behrends, desgl. in Xanten.
Kaule, desgl. in Aachen.
Nacke, desgl. in M. Gladbach.
Ratkowski, desgl. in Neuwied.
Schürg, desgl. in Rheydt.
Morgenstern, desgl. in Koblenz.

Mottegang, Land-Bauinspektor in Köln.
Biecker, desgl. in Krefeld.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Aachen 1: Klutmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
„ 2: Hansen, desgl.
Euskirchen: Bußmann (Wilhelm), desgl.
Jülich: Meyer (Emil), desgl.
Koblenz: Viereck (Ferdinand), Geheimer Baurat.
Köln 1: Barschdorff, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
„ 2: Holtmann, Reg.- u. Baurat.
Krefeld 1: Ehrich, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
„ 2: Laspe, desgl.
„ 3: Rothmann, Regierungs- und Baurat.
Neuwied 1: Schugt, desgl.

Maschineninspektionen:

Aachen: Keller, Eisenbahndirektor.
Köln: Liesegang, Eisenbahn-Bauinspektor.
Köln-Deutz: Kloos, Regierungs- u. Baurat.
Krefeld: Becker, desgl.

Werkstätteninspektionen:

Deutzerfeld: Schiffers, Eisenbahndirektor.
Köln (Nippes): a) Mayr, Regier.- u. Baurat.
" " b) Reichard, Eisenbahn-Bauinspektor.
Oppum: a) Hemletzky, desgl.
b) Beeck, desgl.

15. Königliche Eisenbahndirektion in Königsberg i. Pr.

Direktionsmitglieder:

Bremer, Ober-Baurat.
Schüler, Regierungs- und Baurat.
Lehmann (Paul), desgl.
Wiegand (Eduard), desgl.
Dan (Robert), desgl.
Geibel, Großh. hess. Reg.- u. Baurat.
Schaeffer (Bernhard), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor (auftrw.).

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspektoren bei der Direktion:

Bressel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Tesnow, Eisenbahn-Bauinspektor.
Heidensleben, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.

Thiele, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Tilsit.
Reiser, desgl. in Rastenburg.
Streckfuß, desgl. in Lötzen.
Nebelung, desgl. in Heilsberg.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Allenstein 1: Evmann, Reg.- und Baurat.
" 2: Krekeler, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
" 3: Meyer (August Wilhelm), desgl.
Angerburg: Müller (Philipp), Eisenbahndirektor.
Heilsberg: Weise (Karl), Regierungs- und Baurat.
Insterburg 1: Capeller, Reg.- u. Baurat.
" 2: Habnrieder, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspektor.
Königsberg 1: Hammer, desgl.
" 2: Weiß (Philipp), desgl.
Lyck: Fuchs (Wilhelm), Regierungs- und Baurat.
Osterode: Böhme, desgl.
Rastenburg: Hannemann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor (auftrw.).
Tilsit 1: Bauer, Regierungs- u. Baurat.
" 2: Lincke, desgl.

Maschineninspektionen:

Allenstein: Hasenwinkel, Eisenbahn-Bauinspektor.
Insterburg: Eibel, desgl.
Königsberg: Kette, desgl.
Lyck: Stange, Eisenbahndirektor (auftrw.).

Werkstätteninspektionen:

Königsberg: Sommerguth, Eisenbahn-Bauinspektor.
Osterode: Gentz, desgl.
Ponarth: Blindow, desgl. (auftrw.).

16. Königliche Eisenbahndirektion in Magdeburg.

Direktionsmitglieder:

Farwick, Ober- und Geheimer Baurat.
Richard (Rudolf), Geheimer Baurat.
Schwedler (Friedr.), desgl.
v. Flotuw, desgl.
Mackensen (Wilhelm), desgl.
Albert, Regierungs- und Baurat.
Matthes, desgl.
Bergemann, desgl.
Roth (Rudolf), desgl.
Büttner (Paul), desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspektoren bei der Direktion:

Detzner, Eisenbahn-Bauinspektor.
Minten, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Lehmann (Hugo), desgl.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Aschersleben 1: Eggers, Regierungs- und Baurat.
" 2: Schurre, desgl.
Berlin 11: Böttcher, desgl.
Brandenburg: Baur, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Braunschweig 1: Selle, desgl.
" 2: Paffen, Geheimer Baurat.
Halberstadt 1: Herr (Johannes), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
" 2: Müller (Johannes), Reg.- u. Baurat.
Magdeburg 1: Maeltzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
" 2: Mackenthun, Regierungs- und Baurat.
" 3: Schwarz (Hans), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
" 4: Bulle, desgl.
" 5: Schultze (Ernst), desgl. (auftrw.)
Salzwedel: Brill, Regierungs- und Baurat.
Stendal 2: Peter (Albert), Eisenbahndirektor.

Maschineninspektionen:

Braunschweig: Kelbe, Eisenbahndirektor.
Halberstadt: Röthig, Regier.- u. Baurat.
Magdeburg 1: Meyer (August), Eisenbahndirektor.
" 2: Dieckmann, desgl.

Werkstätteninspektionen:

Braunschweig: Fritz, Eisenb.-Bauinspektor.
Halberstadt: Hessenmüller, Eisenbahndirektor.
Magdeburg-Buckau: Gerlach, Regierungs- und Baurat.
Salbke: Oppermann (Hermann), Eisenb.-Bauinspektor.

17. Königl. preußische und Großherzogl. hessische Eisenbahndirektion in Mainz.

Direktionsmitglieder:

Schneider, Ober-Baurat.
Schoberth, Großherzogl. hessischer Eisenbahndirektor.
Weiß (Friedrich), Großherzogl. hessischer Eisenbahndirektor.
Liepe, Regierungs- und Baurat.
Jouta, Großherzogl. hess. Eisenbahndirektor.
Everken, Regierungs- und Baurat.
Hartmann (Richard), desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspektoren bei der Direktion:

Merkel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Ameke, desgl.
Barth, Großherzogl. hessischer Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Horn (Fritz), desgl.
Höfinghoff, Eisenbahn-Bauinspektor.

Zimmermann (Rich.), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Weinheim.
Jordan, Großherzogl. hessischer Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor in Worms.
Röhmer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor in Darmstadt.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Bingen: Frey, Großherzogl. hessischer Eisenbahndirektor.
Darmstadt 1: Schilling (Josef), Großherzogl. hess. Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
" 2: Stegmayer, Großh. hessischer Regierungs- und Baurat.
" 3: Dittmar, desgl.
Kreuznach: Sachse (Alfred), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Mainz: Kilian, Großh. hess. Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Mannheim (vom 1. 4. 04 Worms 2): Ampt, Großh. hess. Eisenbahndirektor.
Worms (vom 1. 4. 04 Worms 1): Simon, Großherzogl. hessischer Regierungs- u. Baurat.

Maschineninspektionen:

Darmstadt: Stieler, Großherzogl. hessischer Eisenbahn-Bauinspektor.
Mainz: Jordan, desgl.

Werkstätteninspektionen:

Darmstadt 1: Scheer, Eisenb.-Bauinspektor.
" 2: Priester, Großh. hess. Eisenbahn-Bauinspektor.
Mainz: Heuer, Großh. hess. Eisenbahndirektor.

18. Königliche Eisenbahndirektion in Münster i. Westfalen.

Direktionsmitglieder:

Knebel, Ober-Baurat.
Koehler (Oskar), Geheimer Baurat.
Werner, desgl.
vom Hove, Regierungs- und Baurat.
Dyrssen, desgl.
Steinmann, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektoren bei der Direktion:

Fischer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Rheine.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Bremen 3: Matthaei, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.

Burgsteinfurt: Walther (Paul), Regierungs- und Baurat.
Emden: Schaefer (Johannes), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.
Koesfeld: Bischoff, desgl. (auftrw.).
Münster 1: Rump, Regierungs- u. Baurat.
" 2: Friedrichsen, Eisenb.-Direktor.
" 3: Lueder, Regier.- u. Baurat.
Osnabrück 1: Ortmanns, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
" 2: Rüßmann, Reg.- u. Baurat.
" 3: Golentewicz, desgl.

Maschineninspektionen:

Münster 1: Kuntze (Willy), Regier.- und Baurat.
" 2: Wessing, Eisenb.-Bauinspekt.

Werkstätteninspektionen:

Lingen: Hammell, Eisenbahndirektor.
Osnabrück: Claasen, desgl.

19. Königliche Eisenbahndirektion in Posen.

Direktionsmitglieder:

Stölting, Ober-Baurat.
Buchholtz (Hermann), Geheimer Baurat.
Treibich, desgl.
Braun, Regierungs- und Baurat.
Blunck (Friedrich), desgl.
Traeder, desgl.
Eckardt, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor bei der Direktion:

Pistor, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Frankfurt a. O. 1: Borndt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
" 2: Genz, desgl.
Glogau 1: Franzen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
" 2: Kleyböcker, Eisenbahndirektor (auftrw.).
" 3: Schürmann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Guben: Weber, Eisenbahndirektor.
Krotoschin: Schulze (Rudolf), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Lissa 1: Häßler, desgl.
" 2: Degner, desgl.
Meseritz: von der Ohe, Regierungs- und Baurat.
Ostrowo: Linke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Posen 2: Plate, Regier.- und Baurat.
" 3: Schwertner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.

Maschineninspektionen:

Guben: Francke, Eisenbahn-Bauinspektor.
Lissa: Paschen, desgl.
Ostrowo: Meißel, desgl. (auftrw.).
Posen: Walter (Franz), Regier.- u. Baurat.

Werkstätteninspektionen:

Frankfurt a. O.: a) Holzbecher, Eisenbahn-Bauinspektor.
b) Bredemeyer, desgl.
Guben: Fraenkel (Siegfried), desgl.
Posen: Schittke, desgl.

20. Königliche Eisenbahndirektion in St. Johann-Saarbrücken.

Schwering, Präsident.

Direktionsmitglieder:

Frankenfeld, Ober-Baurat.
Thewalt, Regierungs- und Baurat.
Kirchhoff (Karl), desgl.
Feyerabendt, desgl.
Hagenbeck, desgl.
Friederichs, desgl.
Kiel, desgl.
Schmidt (Wilhelm), desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektoren bei der Direktion:

Knoblauch (Friedrich), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
John, desgl.
Maschke, Land-Bauinspektor.

Prior, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor in Hermeskeil.
Lepère, desgl. in Koblenz.
Bechtel, desgl. in Morbach.
Pröbsting, desgl. in Trier.
Gaßmann, desgl. in Mayen.

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Mayen: Marcuse, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Saarbrücken 1: Ruppenthal, desgl.
" 2: Danco, Regier.- u. Baurat.
" 3: Brennecke, desgl.
St. Wendel: Wagner (Wilhelm), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Trier 1: Bindel, desgl.
" 2: Fliegelskamp, Regierungs- und Baurat.
" 3: Schunck, desgl.

Maschineninspektionen:

Saarbrücken: Stiller, Eisenb.-Bauinspektor.
Trier: Mertz, Eisenbahndirektor.

Werkstätteninspektionen:

Karthaus: Tackmann, Eisenb.-Bauinspektor.
Saarbrücken: a) Halfmann, desgl.
" b) Brosius, desgl.

21. Königliche Eisenbahndirektion in Stettin.

Direktionsmitglieder:

Tobien, Ober-Baurat.
Heinrich, Geheimer Baurat.
Wiegand (Heinrich), desgl.
Blumenthal, Regierungs- und Baurat.
Seidl, Eisenbahndirektor.
Merten, Regierungs- und Baurat.
Gilles, desgl.
Baltzer, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Bauinspektoren bei der Direktion:

Poppe, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Müller (Robert), desgl.
Krüger (Ernst), Eisenbahn-Bauinspektor.
Hildebrand (Peter), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor (beurlaubt).

Inspektionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Dramburg: Meilly, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Eberswalde: Greve (Klaus), Reg.- u. Baurat.
Freienwalde: Grosse (Robert), desgl.
Kolberg: Krolow, Eisenbahndirektor (auftrw.).
Neustrelitz: Buff, Regierungs- und Baurat.
Prenzlau: Bassel, desgl.
Stargard 2: Meeser, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor.
Stettin 1: Storbeck, Regierungs- und Baurat.
" 2: Sluyter, desgl.
" 3: Rietzsch, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.
Stralsund 1: Loeffel, desgl.
" 2: Irmisch, desgl.

Maschineninspektionen:

Eberswalde: Meinhardt, Regierungs- und Baurat.
Stettin 1: Hartwig (Theodor), Eisenbahn-Bauinspektor.
" 2: Krüger (Paul), Regierungs- u. Baurat.
Stralsund: Schönemann, desgl.

Werkstätteninspektionen:

Eberswalde: Gutzeit (Friedrich), Regierungs- und Baurat.
Greifswald: König, Eisenbahndirektor.
Stargard: Kirsten, desgl.

C. Bei Provinzial-Verwaltungs-Behörden.

1. Regierung in Aachen.

Kosbab, Regierungs- und Baurat.
Isphording, desgl.

Daniels, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Aachen I.
de Ball, desgl. desgl. in Düren.
Lürig, desgl. desgl. in Aachen II.
Marcuse, Kreis-Bauinspektor in Montjoie.

2. Regierung in Arnsberg.

Thielen, Regierungs- und Baurat.
Michelmann, desgl.
Mund, Baurat, Land-Bauinspektor.
Morin, desgl. desgl.
Wasmann, Wasser-Bauinspektor.

Carpe, Geh. Baurat, Kreis-Bauinsp. in Brilon.
Spanke, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Dortmund.
Breiderhoff, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Bochum.
Kruse, desgl. desgl. in Siegen.
Meyer (Philipp), Kreis-Bauinspektor in Hagen.
Meyer (Karl), desgl. in Soest.
Gutenschwager, desgl. in Arnsberg.

3. Regierung in Aurich.

Meyer, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.

Behrndt, Regierungs- und Baurat.
Wix, Wasser-Bauinspektor.

Duis, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Leer.
Rimek, desgl. desgl. in Wilhelmshaven (Baukreis Wittmund).
Heyder, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Leer.
Hennicke, desgl. desgl. in Wilhelmshaven.
Lorenz-Meyer, Wasser-Bauinspektor in Norden.
Bock, Kreis-Bauinspektor in Norden.
Westphal, Wasser-Bauinspektor in Emden.

4. Polizei-Präsidium in Berlin.

Krause, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Graßmann, Regierungs- und Baurat.
Dr. v. Ritgen, desgl.
Dimel, desgl.
Greve, desgl.
Schaller, Bauinspektor.
Wachsmann, desgl.

Hacker, Baurat, Bauinspektor in Berlin XI.
Stoll, desgl. desgl. in Berlin VIII.
Lütcke, desgl. desgl. in Charlottenburg III.
Nitka, desgl. desgl., Professor, in Berlin IX.
Beckmann, desgl. desgl. in Charlottenburg I.
Kirstein, desgl. desgl. in Berlin VII.
Hoene, desgl. desgl. in Berlin X.
Gropius, desgl. desgl. in Berlin I.
Rattey, desgl. desgl. in Berlin V.
Höpfner, desgl. desgl. in Berlin VI.
Reißbrodt, desgl. desgl. in Berlin III.
Hiller, desgl. desgl. in Berlin IV.
Elkisch, desgl. desgl. (Polizei-Bauinspektion) in Rixdorf.
Schneider, desgl. desgl. in Charlottenburg II.
Schliepmann, Bauinspektor in Berlin II.

5. Ministerial-Baukommission in Berlin.

Emmerich, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Werner, desgl. desgl.
Klutmann, desgl. desgl.
Plathner, Baurat, Wasser-Bauinspektor.
Astfalck, Baurat, Land-Bauinspektor.
Voelcker, desgl. desgl.

Bürckner, Baurat, Bauinspektor in Berlin VI.
Loewe, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Berlin II.
Lierau, desgl. desgl. in Berlin I.
Poetsch, Baurat, Professor, Bauinspektor in Berlin I.
Graef, Baurat, Bauinspektor in Berlin II.
Körber, desgl. desgl. in Berlin VIII.
Friedeberg, desgl. desgl. in Berlin III.
Heydemann, desgl. desgl. in Berlin V.
Kern, Bauinspektor in Berlin IV.
Fürstenau, desgl. in Berlin VII.

6. Ober-Präsidium (Oderstrom-Bauverwaltung) in Breslau.

Hamel, Ober-Baurat, Strom-Baudirektor.
Hauner, Baurat, Wasser-Bauinspektor.
Asmus, desgl. desgl.
Goltermann, Baurat, Wasser-Bauinspektor u. Stellvertreter des Ober-Baurats.
Sengur, Baurat, Wasser-Bauinspektor.
John (Emil), Wasser-Bauinspektor.
Günther, desgl.
Zander, desgl.
Brauer, desgl.
Haintze, desgl.
Roy, desgl.

Wolffram, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Oppeln.
Fechner, desgl. desgl. in Glogau.
Wegener, desgl. desgl. in Breslau.
Weißker, desgl. desgl. in Brieg a.d.O.
Gräfinghoff, desgl. desgl. in Küstrin.
Labsien, desgl. desgl. in Frankfurt a.d.O.
Ehlers, desgl. desgl. in Krossen a.d.O.
Zimmermann, Wasser-Bauinsp. in Ratibor.
Sandmann, desgl. in Steinau a.d.O.

Martschinowski, Maschinen-Bauinspektor in Breslau.

7. Regierung in Breslau.

Broisig, Regierungs- und Baurat.
Maas, desgl.
May, desgl.
Jende, Baurat, Land-Bauinspektor.
Graevell, Baurat, Wasser-Bauinspektor.

Reuter, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Strehlen.
Toebe, desgl. desgl. in Breslau II (Landkreis).
Dahms, desgl. desgl. in Breslau I (Stadtkr.).
Lamy, desgl. desgl. in Brieg a.d.O.
Wollenhaupt, desgl. desgl. in Glatz II.
Walther, desgl. desgl. in Schweidnitz.
Kirchner, desgl. desgl. in Wohlau.
Buchwald, Kreis-Bauinspektor in Breslau III (Universität).
Morgard, desgl. in Reichenbach i. Schl.
Petersen, desgl. in Glatz I.
Köhler (Adolf), desgl. in Oels.
Rakowski, desgl. in Trebnitz.

8. Regierung in Bromberg.

Demnitz, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Schwarze, Regierungs- und Baurat.
Achenbach, desgl.
Sckerl, Baurat, Wasser-Bauinspektor.
Andreae, Baurat, Land-Bauinspektor.
Steiner, Baurat, Wasser-Bauinspektor.
Kayser, Wasser-Bauinspektor.

Allendorff, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Bromberg.
Iken, desgl. desgl. in Nakel.
Adams, Kreis-Bauinspektor in Wongrowitz.
Possin, desgl. in Inowrazlaw.
Paetz, desgl. in Nakel.
Kuhlmey, desgl. in Schubin.
Juhl, desgl. in Gnesen.
Benecke, Wasser-Bauinspektor in Czarnikau.
Clouth, Kreis-Bauinspektor in Mogilno.
Herrmann (Ismar), auftrw. desgl. in Bromberg.
Hahn (Walter), auftrw. desgl. in Schneidemühl (Baukreis Czarnikau).

9. Ober-Präsidium (Weichselstrom-Bauverwaltung) in Danzig.

Gersdorff, Ober-Baurat, Strom-Baudirektor.
Millitzer, Baurat, Wasser-Bauinspektor und Stellvertreter des Ober-Baurats.
Schmidt (Karl), Baurat, Wasser-Bauinspektor.
Ungor, desgl. desgl.

Rudolph, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Kulm.
Harnisch, desgl. desgl. in Marienburg W/Pr.
Taut, desgl. desgl. in Marienwerder.
Tode, Wasser-Bauinspektor in Thorn.
Atzpodien, desgl. in Dirschau.

Meiners, Maschinen-Bauinspektor in Groß-Plehnendorf.

10. Regierung in Danzig.

Mau, Regierungs- und Baurat, Geh. Baurat.
Lehmbeck, Regierungs- und Baurat.
Kracht, Baurat, Wasser-Bauinspektor.
Ehrhardt, Baurat, Land-Bauinspektor.

Muttray, Baurat, Kreis-Bauinsp. in Danzig.
Delion, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Elbing.
Spittel, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Neustadt W/Pr.
Ladisch, Baurat, Hafen-Bauinspektor in Neufahrwasser.
Neuhaus, Kreis-Bauinspektor in Elbing.
Leutfeld, desgl. in Pr. Stargard.
Anschütz, Bauinspektor (Polizei-Bauinspektion) in Danzig.
Freytag, Kreis-Bauinspekt. in Berent W/Pr.
Herrmann, desgl. in Marienburg W/Pr.
Schuffenhauer, auftrw. desgl. in Karthaus.

11. Regierung in Düsseldorf.

vom Dahl, Regierungs- und Baurat.
Lieckfeldt, desgl.
Dorp, desgl.
Endell, desgl.
Länzner, Baurat, Land-Bauinspektor.
Borggreve, desgl. desgl.
Schräder, Wasser-Bauinspektor.
Volk, desgl.

Spillner, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Essen.
Kosidowski, desgl. desgl. in Mülheim a. d. Rh.
Schreiber, desgl. desgl. in Geldern.
Bongard, desgl. desgl. in Düsseldorf.
Misling, desgl. desgl. in Elberfeld.
Stelkens, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Ruhrort.
Reimer, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Krefeld.
Scherpenbach, Wasser-Bauinspektor in Oberkassel (Baukreis Düsseldorf II).
Pickel, Kreis-Bauinspektor in Wesel.

12. Regierung in Erfurt.

Moritz, Regierungs- und Baurat.
Scheck, desgl.
Scholz, Baurat, Land-Bauinspektor.

Borchers, Geh. Baurat, Kreis-Bauinspektor in Erfurt.

Collmann v. Schatteburg, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Schleusingen.
Unger, desgl. desgl. in Nordhausen.
Brzozowski, Kreis-Bauinspektor in Mühlhausen i. Thür.
Haubach, desgl. in Heiligenstadt.

13. Regierung in Frankfurt a. d. O.

Henseh, Regierungs- und Baurat.
Tieffenbach, desgl.
Hesse, desgl.
Zeuner, Baurat, Land-Bauinspektor.

Bentler, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Kottbus.
Schultz (Johannes), Baurat, Wasser-Bauinspektor in Landsberg a. d. W.
Engisch, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Züllichau.
Mettke, desgl. desgl. in Arnswalde.
Jaensch, desgl. desgl. in Reppen (Baukreis Zielenzig).
Förster, desgl. desgl. in Frankfurt a. d. O.
Richter, Kreis-Bauinspektor in Königsberg N/M.
v. Bandel, desgl. in Luckau.
Tieling, desgl. in Sorau.
Bode, desgl. in Landsberg a. d. W.
Jaffke, desgl. in Friedeberg N/M.
Dewald, desgl. in Guben.

14. Regierung in Gumbinnen.

Hausmann, Regierungs- und Baurat.
Zschintzsch, desgl.
Kruttge, desgl.
Bergmann, Baurat, Land-Bauinspektor.
Loeffelholz, Wasser-Bauinspektor.

v. Fragstein und Niemsdorff, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Lötzen.
Kerajca, desgl. desgl. in Tilsit.
Heise, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Tilsit.
Hefermehl, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Kukerneese.
Winkelmann, Kreis-Bauinspektor in Lyck.
Overbeck, desgl. in Angerburg.
Schulz (Fritz), desgl. in Lötzen.
Gyßling, desgl. in Gumbinnen.
Wieprecht, desgl. in Kaukehmen.
Koldewey, desgl. in Johannisburg.
Lang, desgl. in Goldap.
Gersdorff, desgl. in Sensburg.
Labes, desgl. in Ragnit.
Tappe, desgl. in Pillkallen.
Otte, desgl. in Heydekrug.
Züllner, desgl. in Insterburg.
Becker (Eduard), desgl. in Stallupönen.

15. Ober-Präsidium (Weserstrom-Bauverwaltung) in Hannover.

Muttray, Ober-Baurat, Strom-Baudirektor.
Maschke, Baurat, Wasser-Bauinspektor, Stellvertreter des Ober-Baurats.
Witte, Wasser-Bauinspektor.
Berghaus, desgl.

Thomas, Baurat, Wasserbauinspektor in Minden i. W.
Hellmuth, desgl. desgl. in Hameln.
Lampe, desgl. desgl. in Verden.
Thiele, desgl. desgl. in Kassel I.
Kreide, desgl. desgl. in Hoya.

16. Regierung in Hannover.

Froelich, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Bergmann, Regierungs- und Baurat.
Lüttich, Baurat, Land-Bauinspektor.
Müller (Wilhelm), Wasser-Bauinspektor.

Dannenberg, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Hannover.
Koch, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Hameln.
Scherler, desgl. desgl. in Diepholz.
Otto, desgl. desgl. in Nienburg a. d. Weser.
Niemann, desgl. desgl. in Hannover II.
Kleinert, Baurat, Bauinspektor in Hannover III (Polizei-Bauinspektion).
Groth, Kreis-Bauinspektor in Hannover I.

17. Regierung in Hildesheim.

Hellwig, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Borchers, Regierungs- und Baurat.
Herzig, Baurat, Land-Bauinspektor.

Schade, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Hildesheim.
Mende, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Osterode a. H.
Nolte, desgl. desgl. in Einbeck (Baukreis Northeim).
Rühlmann, desgl. desgl. in Hildesheim I.
Kirchhoff, desgl. desgl. in Zellerfeld.
Moormann, desgl. desgl. in Hildesheim II.
Varneseus, Wasser-Bauinspektor in Northeim.
Klemm, Kreis-Bauinspektor in Goslar.
Gronewald, desgl. in Göttingen.

18. Regierung in Kassel.

Waldhausen, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Dittrich, Regierungs- und Baurat.
Bohnstedt, desgl.
Seligmann, Baurat, Land-Bauinspektor.
Heckhoff, Baurat, Bauinspektor.

Scheelu, Geh. Baurat, Kreis-Bauinspektor in Fulda (Baukreis Hünfeld-Gersfeld).
Loebell, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Kassel (Baukreis Hofgeismar).
Tophof, desgl. desgl. in Fulda (Baukreis Fulda).
Roßkothen, desgl. desgl. in Rinteln.
Siefer, desgl. desgl. in Melsungen.
Janert, desgl. desgl. in Kassel II.
Keller, Baurat, Wasser-Bauinspekt. in Kassel II.
Zölffel, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Marburg I.
Schneider (Karl), desgl. desgl. in Homberg.
Becker, desgl. desgl. in Hanau.
Trimborn, Kreis-Bauinspektor in Kassel I.
Hippenstiel, desgl. in Marburg II.
Kokstein, desgl. in Schmalkalden.
Buhrendt, desgl. in Eschwege.
Michael, desgl. in Gelnhausen.
Irmer, desgl. in Kirchhain.
Fritsch, desgl. in Hersfeld.

19. Ober-Präsidium (Rheinstrom-Bauverwaltung) in Koblenz.

Müller, Ober- und Geheimer Baurat, Strom-Baudirektor.
Mütze, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat, Rheinschiffahrts-Inspektor.
Morant, Baurat, Wasser-Bauinspektor, Stellvertreter des Ober-Baurats.
Kauffmann, Wasser-Bauinspektor.
Beyerhaus, desgl.

Eichentopf, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Wesel.
Luyken, desgl. desgl. in Düsseldorf I.
Rössler, desgl. desgl. in Koblenz.
Comes, desgl. desgl. in Köln.

Grimm, Maschineninspektor in Koblenz.

20. Regierung in Koblenz.

Siebert, Regierungs- und Baurat.
v. Behr, desgl.
Holtzhener, Land-Bauinspektor.

Hillenkamp, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Andernach (Baukreis Mayen).
Weißer, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Koblenz (Baukreis Kochem).
Häuser, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Kreuznach.
Leithold, Kreis-Bauinspektor in Koblenz.
Stiehl, desgl. in Wetzlar.
Müller (Ernst), Bauinspektor (Polizei-Bauinspektion) in Koblenz.

21. Regierung in Köln.

Balzer, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Werneburg, Regierungs- und Baurat.

Schulze (Rob.), Baurat, Kreis-Bauinspektor in Bonn.
Faust, desgl. desgl. in Siegburg.
Stock, desgl. desgl. in Köln.

22. Regierung in Königsberg O/P.

Bessel-Lorck, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Jasmund, Regierungs- und Baurat.
Bohnen, desgl.
Tincauzer, desgl.
Saring, Baurat, Land-Bauinspektor.
Wendorff, desgl. desgl.
Frost, Wasser-Bauinspektor.
Prieß, desgl.

Siebert, Baurat, Bauinspektor in Königsberg III (1. Polizei-Bauinspektion).
Büttner, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Bartenstein.
Hensel, desgl. desgl. in Rössel.
Schmitz, desgl. desgl. in Neidenburg.
Knappe, desgl. desgl. in Königsberg IV (Schloß-Bauinspektion).
Schultz (Gustav), desgl. desgl. in Allenstein.
Gruhl, desgl. desgl. in Osterode.
Musset, Baurat, Hafen-Bauinspektor in Memel.
Voß, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Tapiau.
Nakonz, Baurat, Hafen-Bauinspektor in Pillau.

Schiele, Bauinspektor in Königsberg VI (2. Polizei-Bauinspektion).
Dieckmann, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Labiau.
Held, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Königsberg I (Landkr. Eylau).
Leidich, Kreis-Bauinspektor in Königsberg V (Landkreis).
Klehmet, desgl. in Braunsberg.
John, Wasser-Bauinspektor in Zolp bei Maldeuten O/P.
Weisstein, Kreis-Bauinspektor in Ortelsburg.
Paulsdorff, desgl. in Labiau.
Schroeder, desgl. in Wehlau.
Fischer (Ernst), desgl. in Mohrungen.
Dethlefsen, desgl. in Königsberg II (Landkreis Fischhausen).
Redlich, auftrw. desgl. in Memel.
Harenburg, auftrw. desgl. in Rastenburg.

Schmitt, Baurat, Maschinenbauinspekt. in Pillau.
Reutener, auftrw. Maschinen-Bauinspektor in Buchwalde.

23. Regierung in Köslin.

Adank, Regierungs- und Baurat.
Wilhelms, desgl.
Koppen, Baurat, Land-Bauinspektor.

Kellner, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Neustettin.
Heech, Baurat, Hafen-Bauinspektor in Kolbergermünde.
Bath, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Kolberg (Baukreis Belgard).
Eckardt, Kreis-Bauinspektor in Dramburg.
Runge, desgl. in Stolp.
Brohl, desgl. in Schlawe.
Gerhardt, desgl. in Köslin.
Peters (Christian), desgl. in Lauenburg i. Pommern.

24. Regierung in Liegnitz.

Reiche, Regierungs- und Baurat.
Mylius, desgl.
Kniepel, Baurat, Wasser-Bauinspektor.

Jungfer, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Hirschberg.
Ziolecki, desgl. desgl. in Bunzlau.
Pfeiffer, desgl. desgl. in Liegnitz.
Junghann, desgl. desgl. in Görlitz.
Friede, Kreis-Bauinspektor in Grünberg.
Schütze, desgl. in Landeshut.
Arens, desgl. in Hoyerswerda.
Wendt, auftrw. desgl. in Sagan.

25. Regierung in Lüneburg.

Bastian, Regierungs- und Baurat.
Brandt, desgl.

Lindemann, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Hitzacker (Baukreis Dannenberg).
v. Wickede, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Celle.
Egersdorff, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Uelzen.
Richter, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Lüneburg.
Opfergelt, Kreis-Bauinspektor in Lüneburg.
Claren, Kreis-Bauinspektor in Harburg.
Schultz (Friedr.), desgl. in Burgdorf (Baukreis Gifhorn).
Schultz (Hans), Wasser-Bauinspektor in Harburg.
Schlöbcke, Kreis-Bauinspektor in Celle.

26. Ober-Präsidium (Elbstrom-Bauverwaltung) in Magdeburg.

Roloff, Ober-Baurat, Strom-Baudirektor.
Bauer, Geh. Baurat, Wasser-Bauinspekter, Stellvertreter des Ober-Baurats.
Düsing, Baurat, Wasser-Bauinspektor.
Schmidt (Heinrich), desgl. desgl.

Fischer, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Wittenberge.
Claussen, desgl. desgl. in Magdeburg.
Henkt, desgl. desgl. in Tangermünde.
Thomany, desgl. desgl. in Lauenburg a. d. E.
Teichert, desgl. desgl. in Hitzacker.
Blumberg, desgl. desgl. in Torgau.

Hancke, Maschinen-Bauinspektor in Magdeburg.

27. Regierung in Magdeburg.

Bayer, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Moebius, desgl. desgl.
Coqui, Baurat, Land-Bauinspekter.
Aries, Land-Bauinspektor.

Varnhagen, Geheimer Baurat, Kreis-Bauinspektor in Halberstadt.
Pitsch, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Wanzleben.
Heller, desgl. desgl. in Neuhaldensleben.
Prejawa, desgl. desgl. in Salzwedel.
Hagemann, desgl. desgl. in Halberstadt (Baukreis Oschersleben).
Prieß, desgl. desgl. in Magdeburg II.
Ochs, desgl. desgl. in Quedlinburg (Baukreis Aschersleben).
Harms, desgl. desgl. in Magdeburg I.
Heinze, desgl. desgl. in Stendal (Baukreis Osterburg).
Behr, desgl. desgl. in Wolmirstedt.
Engelbrecht, Kreis-Bauinspekt. in Genthin.
Körner, desgl. in Schönebeck a. d. E.

28. Regierung in Marienwerder.

Kerstein, Regierungs- und Baurat.
Niese, desgl.
v. Busse, desgl.
Koch, Land-Bauinspektor.

Otto, Geheimer Baurat, Kreis-Bauinspektor in Konitz.
Reinboth, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Dt.-Eylau.
Selhorst, desgl. desgl. in Graudenz.
Ramhoan, desgl. desgl. in Dt.-Krone.
Hallmann, desgl. desgl. in Marienwerder.
Jahr, Kreis-Bauinspektor in Kulm.
Saegert, desgl. in Schwetz.
Lucas, desgl. in Strasburg W/Pr.
Goldbach, desgl. in Thorn.
v. Winterfeld, desgl. in Schlochau.
Starkloff, desgl. in Neumark.
Fust, auftrw. Kreis-Bauinspektor in Konitz (Baukreis Flatow).
Steinbrecher, auftrw. desgl. in Briesen.

29. Regierung in Merseburg.

Beisner, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Stolze, Regierungs- und Baurat.
Bretting, Baurat, Wasser-Bauinspektor.
Schulz (Paul), Baurat, Land-Bauinspektor.

Boës, Geheimer Baurat, Wasser-Bauinsp. in Naumburg a. d. S.
Brünecke, desgl. desgl. in Halle a. d. S.
Jahn, Baurat, Kreis-Bauinsp. in Eisleben.
Wagenschein, desgl. desgl. in Torgau.
Trampe, desgl. desgl. in Naumburg a. d. S.
Matz, desgl. desgl. in Halle a. d. S. I.
Jollinghaus, desgl. desgl. in Sangerhausen.
Abesser, desgl. desgl. in Wittenberg.
Engelhart, desgl. desgl. in Delitzsch.
v. Manikowsky, desgl. desgl. in Merseburg.
Böhnert, Kreis-Bauinsp. in Zeitz (Baukreis Weißenfels).
Huber, desgl. in Halle a. d. S. II.

30. Regierung in Minden.

Biedermann, Regierungs- und Baurat.
Horn, desgl.

Büchling, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Bielefeld.
Biermann, Geheimer Baurat, Kreis-Bauinspektor in Paderborn.
Holtgreve, desgl. desgl. in Höxter.
Engelmeier, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Minden.

31. Königliche Kanalverwaltung in Münster i. W.

Hermann, Ober-Baurat.
Eggemann, Baurat, Wasser-Bauinspektor, Stellvertreter des Ober-Baurats.
Mehlhorn, Wasser-Bauinspektor.
Hermann (Paul), Maschinen-Bauinspektor.

Franke, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Koppelschleuse bei Meppen.
Schulte, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Münster i. W.

32. Regierung in Münster i. W.

Jaspers, Regierungs- und Baurat.
Stever, desgl.

Vollmar, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Münster I.
Piper, Baurat, Wasser-Bauinsp. in Hamm.
Lukas, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Münster II.
Schultz (Adalbert), desgl. desgl. in Recklinghausen.

33. Regierung in Oppeln.

Münchhoff, Regierungs- und Baurat.
König, desgl.
Müller (Paul), desgl.
Schmidt (Hugo), Wasser-Bauinspektor.
Bennstein, Land-Bauinspektor.

Volkmann, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Ratibor.
Schalk, desgl. desgl. in Neisse (Baukreis Grottkau).

Blau, Baurat, Kreisbauinspektor i. Beuthen O/S.
Posern, desgl. desgl. in Pleß.
Gaedeke, desgl. desgl. in Neiße (Baukreis Neiße).
Pfannschmidt, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Gleiwitz.
Killing, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Leobschütz.
Schröder, desgl. desgl. in Kosel.
Weihe, Kreis-Bauinspektor in Gr. Strehlitz.
Stukenbrock, desgl. in Rybnik.
Hudemann, desgl. in Tarnowitz.
Kitschler, desgl. in Oppeln.
Bloch, desgl. in Kreuzburg O/S.
Nettmann, desgl. in Karlsruhe O/S.
Schulze (Max), desgl. in Neustadt O/S.

34. Regierung in Osnabrück.

Junker, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Visarius, Wasser-Bauinspektor.

Reißner, Geheimer Baurat, Kreis-Bauinsp. in Osnabrück.
Borgmann, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Lingen (Baukreis Meppen).

35. Regierung in Posen.

Weber, Regierungs- und Baurat.
Schneider, desgl.
Brinckmann, desgl.
Seidel, desgl.
Geick, Baurat, Land-Bauinspektor.

Hirt, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Posen.
Wilcke, desgl. desgl. in Meseritz.
Hauptner, desgl. desgl. in Posen (Baukreis Samter).
Weber, Baurat, Wasser-Bauinsp. in Posen.
Rieck, Kreis-Bauinspektor in Birnbaum (Wohnsitz Lindenstadt).
Marten, Wasser-Bauinspektor in Birnbaum.
Büchner, Kreis-Bauinspektor in Wreschen.
Noethling, desgl. in Krotoschin.
Feltzin, desgl. in Schrimm.
Schultz (Georg), desgl. in Lissa.
Lottermoser, desgl. in Wollstein (Baukreis Bomst).
Süßapfel, desgl. in Obornik.
Goßen, desgl. in Ostrowo.
Schütte, auftrw. desgl. in Rawitsch.
Matthei, auftrw. desgl. in Kempen.

36. Regierung in Potsdam.

a) Verwaltung der märkischen Wasserstraßen.

Teubert, Ober- und Geheimer Baurat.
Volkmann, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Lindner, Regierungs- und Baurat.
Seeliger, Baurat, Wasser-Bauinspektor.
Scholz, desgl. desgl.
Thielecke, Wasser-Bauinspektor.
Hobrecht, desgl.

Else, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Eberswalde.
Bronikowski, desgl. desgl. in Köpenick.
Hippel, desgl. desgl. in Zehdenick.
Holmgren, desgl. desgl. in Rathenow.
Schulz (Bruno), Baurat, Wasser-Bauinspektor in Fürstenwalde a. d. Spree.
Twiehaus, desgl. desgl. in Potsdam.
Jaenigen, desgl. desgl. in Neu-Ruppin.
Weyer, Wasser-Bauinspekt. in Genthin.

b) Regierung.

v. Tiedemann, Regierungs- und Baurat, Geheimer Regierungsrat.
Krüger, Regierungs- und Baurat, Professor, Geheimer Baurat.
Pohl, Baurat, Wasser-Bauinspektor.
Mertins, Baurat, Land-Bauinspektor.
Wever, desgl. desgl.

Dittmar, Baurat, Kreis-Bauinsp. in Juterbog.
Leithold, desgl. desgl. in Berlin II.
Prentzel, Baurat, Bauinspektor in Potsdam (Polizei-Bauinspektion).
Wichgraf, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Neu-Ruppin.
Cammerow, desgl. desgl. in Perleberg.
Laske, Baurat, Prof., Kreis-Bauinspektor in Potsdam.
Voigt, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Angermünde.
Jaffé, desgl. desgl. in Berlin I.
Ulrich, Kreis-Bauinsp. in Freienwalde a. d. O.
Strümpfler, desgl. in Nauen.
Mentz, desgl. in Templin.
Lehmgrübner, desgl. in Prenzlau.
Schwarze, desgl. in Wittstock.
Lange (Karl), desgl. in Beeskow.
Ludwig, desgl. in Berlin III.
Schierer, desgl. in Brandenburg a. H.

37. Regierung in Schleswig.

Snadicani, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
Klopsch, desgl. desgl.
Mühlke, desgl. desgl.
Wachsmuth, Regierungs- und Baurat.
Réer, Baurat, Wasser-Bauinspektor.
v. Pentz, Land-Bauinspektor.

Rhode, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Tönning.
Reichenbach, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Flensburg.
Sommermeier, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Glückstadt.
Jablonowski, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Hadersleben.
Bucher, Baurat, Bauinspektor in Kiel III.
Radebold, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Rendsburg.
Nizze, desgl. desgl. in Ploen.
Waiß, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Altona.
Radloff, Kreis-Bauinspektor in Kiel II (Land).
Danckwardt, desgl. in Husum.
Joseph, Wasser-Bauinspektor in Flensburg.
Heßler, desgl. in Husum.
Lohr, Kreis-Bauinspektor in Kiel I (Stadt).
Peters (Eduard), desgl. in Schleswig.

38. Regierung in Sigmaringen.

Froebel, Regier.- u. Baurat, Geh. Baurat.

39. Regierung in Stade.

Peltz, Regierungs- u. Baurat, Geh. Baurat.
Stosch, Regierungs- und Baurat.
Kopplin, Baurat, Wasser-Bauinspektor.

Kayser, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Stade.
Bolten, desgl. desgl. in Buxtehude (Baukreis York).
Wesnigk, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Verden.
Papke, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Bremen (Baukreis Blumenthal).
Dohrmann, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Geestemünde.
Erdmann, Kreis-Bauinspektor in Stade.
Brügner, desgl. in Buxtehude (Baukreis York).
Abraham, Wasser-Bauinsp. in Neuhaus a. O.
Stüdemann, Kreis-Bauinspektor in Geestemünde.

40. Regierung in Stettin.

Rossener, Regierungs- und Baurat.
Narten, desgl.
Bergmann, Baurat, Land-Bauinspektor.

Mannsdorf, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Stettin.
Beckershaus, desgl. desgl. in Greifenberg i. P.
Johl, desgl. desgl. in Stargard i. P.
Kuntze, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Stettin.
Tietz, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Swinemünde (Baukreis Usedom-Wollin).
Hesse (Julius), Baurat, Kreis-Bauinspektor in Demmin.
Freude, desgl. desgl. in Anklam.
Kohlenberg, Baurat, Hafen-Bauinspektor in Swinemünde.
Siegling, Kreis-Bauinspektor in Pyritz (Baukreis Greifenhagen).
Czygan, desgl. in Naugard.
Schesmer, desgl. in Kammin.

Rudolph, Baurat, Maschinen-Bauinspektor in Stettin.

41. Regierung in Stralsund.

Hellwig, Regierungs- und Baurat.
Reiße, desgl.

Willert, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Stralsund I.
Doehlert, desgl. desgl. in Stralsund II.
Gerschina, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Stralsund (West).
Schmidt (Wilhelm), Baurat, Kreis-Bauinspektor in Greifswald.
Kieseritzky, Wasser-Bauinspektor in Stralsund (Ost).

42. Regierung in Trier.

Hartmann, Regierungs- und Baurat.
v. Pelser-Berensberg, desgl.
Molz, Baurat, Land-Bauinspektor.

Treplin, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Trier.
Hesse, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Trier (Baukreis Bitburg).
Hasenkamp, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Saarbrücken.
Schödrey, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Saarbrücken.
Füllos, Kreis-Bauinspektor in Trier (Baukreis Trier).

Leben, Kreis-Bauinspektor in Trier (Baukreis Bernkastel).
Stoeßel, Bauinspektor in Saarbrücken (Polizeibauinspektion).

43. Regierung in Wiesbaden.

Saran, Regierungs- und Baurat.
Rasch, desgl.
Lohse, Baurat, Land-Bauinspektor.
Rohr, Land-Bauinspektor.

Roeder, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Diez a. d. Lahn.
Brinkmann, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Frankfurt a. M.
Hahn, Baurat, Wasser-Bauinspektor in Frankfurt a. M.
Beilstein, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Diez a. d. Lahn (Baukreis Limburg).
Bleich, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Homburg v. d. Höhe.
Dangers, desgl. desgl. in Dillenburg.

Taute, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Wiesbaden II.
Wosch, desgl. desgl. in Wiesbaden I.
Callenberg, Kreis-Bauinspektor in Rüdesheim.
Stuhl, Wasser-Bauinspektor in Schierstein.
Engel, Kreis-Bauinspektor in Montabaur (Baukreis Westerwald).
Böttcher, desgl. in Langen-Schwalbach.
Krücken, desgl. in Weilburg.
Aronson, desgl. in Biedenkopf.

II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden.

1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers und Königs, beim Ober-Hofmarschallamte, beim Ministerium des Königlichen Hauses usw.

Tetens, Ober-Hofbaurat, Direktor in Berlin.

a) Beim Königl. Ober-Hofmarschallamte.

Bohne, Hof-Baurat in Potsdam.
Geyer, desgl. in Berlin.
Kavel, desgl. in Berlin.
Wittig, Hof-Bauinspektor in Potsdam.
Oertel, desgl. in Wilhelmshöhe bei Kassel.

Ihne, Geheimer Ober-Hofbaurat in Berlin (außeretatmäßig).

Mit der Leitung der Schloßbauten in den Provinzen beauftragt:

Dahms, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Breslau.
Fischer, Post-Baurat a. D. in Hannover.
v. Behr, Regierungs- u. Baurat in Koblenz.
Jungfer, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Hirschberg i. Schl.
Reißner, Geheimer Baurat, Kreis-Bauinspektor in Osnabrück.
Laur, Landeskonservator in Hechingen.
Jacobi, Baurat in Homburg v. d. H.
Knappe, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Königsberg i. Pr.
Wosch, Baurat, Kreis-Bauinspektor in Wiesbaden.
Blumhardt, Regierungs- und Baurat in Metz.

b) Bei der Königl. Garten-Intendantur.

Bohne, Hof-Baurat in Potsdam.
Kavel, desgl. in Berlin.
Fischer, Post-Baurat a. D. in Hannover.
v. Behr, Regierungs- u. Baurat in Koblenz.
Jacobi, Geheimer Baurat in Homburg v. d. H.

c) Bei dem Königl. Ober-Marstallamt.

Bohm, Architekt (auftrw.) in Berlin (auch für Potsdam).

d) Beim Königl. Hof-Jagdamt.

Kavel, Hof-Baurat in Berlin.
Wittig, Hof-Bauinspektor in Potsdam.

Bei der General-Intendantur der Königlichen Schauspiele

Heim, Geheimer Hof-Baurat, Architekt der Königl. Theater (außeretatmäßig) in Berlin.
Frühling, Hofrat, Hof-Baukondukteur in Hannover.

Bei der Hofkammer:

Temor, Hofkammer- und Baurat in Berlin.
Weinbach, Baurat in Breslau.
Holland, Bauinspektor in Berlin.

2. Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

Lutsch, Geheimer Regierungsrat und vortragender Rat, Konservator der Kunstdenkmäler in Berlin.
Dr. Meydenbauer, Geheimer Baurat, Prof., Regierungs- und Baurat in Berlin.
Schultze (Richard), Regierungs- u. Baurat in Berlin.
Stooff, Baurat, Land-Bauinspektor in Berlin.

Promnitz, Regierungs- u. Baurat, bei der Kloster-Verwaltung in Hannover.
Merzenich, Baurat, Land-Bauinspektor, Professor, Architekt für die Königl. Museen in Berlin.
Habelt, Land-Bauinspektor und akadem. Baumeister in Greifswald.
Schmidt (Albert), Bauinspektor bei der Kloster-Verwaltung in Hannover.
Mangelsdorff, desgl. desgl.

3. Beim Finanz-Ministerium.

Lacomi, Geheimer Ober-Finanzrat, vortragender Rat in Berlin.

4. Beim Ministerium für Handel und Gewerbe und im Ressort desselben.

Hasselow, Geheimer Bergrat, in der Bergabteilung, in Berlin.
Weber, Regierungs- und Baurat, in der Gewerbeabteilung, in Berlin.
Muthesius, Land-Bauinspektor, in der Gewerbeabteilung, in Berlin.

Gieseke, Baurat, bautechnisches Mitglied der Bergwerk-Direktion in Saarbrücken.

Loose, Baurat, Bauinspektor für den Ober-Bergamts-Bez. Breslau und Mitglied der Zentralverwaltung Zabrze, in Gleiwitz.
Latowsky, Baurat und Mitglied der Bergwerk-Direktion in Saarbrücken.
Schmidt (Rob.), Baurat, Bauinspektor im Ober-Bergamts-Bezirk Halle a. d. S., in Staßfurt.
Ziegler, Bauinspektor für d. Ober-Bergamts-Bezirk Klausthal, in Klausthal.
Beck, Bauinspektor für den Ober-Bergamts-Bezirk Dortmund und Mitglied der Bergwerk-Direktion daselbst, in Dortmund.
Wedding, Bauinspektor im Ober-Bergamts-Bezirk Halle a. d. S., in Bleicherode.

5. Beim Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und im Ressort desselben.

A. Beim Ministerium.

Reimann, Geheimer Ober-Baurat und vortragender Rat.
v. Münstermann, Geheimer Ober-Baurat und vortragender Rat.
Nolda, Geheimer Baurat und vortragender Rat.
Böttger, desgl.
Nuyken, Regierungs- und Baurat.
Wegner, desgl.
Noack, Land-Bauinspektor.

B. Bei Provinzial-Verwaltungs-Behörden.

a) Meliorations-Baubeamte.

Nestor, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat in Posen.
v. Lancizolle, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat in Stettin.
Fahl, Regierungs- und Baurat in Danzig.
Münchow, desgl. in Allenstein.
Graf, desgl. in Düsseldorf I.
Krüger (Karl), desgl. in Koblenz.
Recken, desgl. in Hannover.
Künzel, desgl. in Bonn.
Hennings, desgl. in Kassel.
Fischer, desgl. in Breslau.
Krüger (Emil), desgl. in Lüneburg.
Knauer, desgl. in Königsberg I.
Donecke, Baurat, Meliorations-Bauinspektor in Marienwerder.

Thehnlte, Meliorations-Bauinspektor in Wiesbaden.
Timmermann, desgl. in Schleswig.
Saranw, desgl. in Stade.
Müller (Karl), Baurat, Meliorations-Bauinspektor in Breslau.
Müller (Heinrich), Meliorations-Bauinspektor in Köslin.
Dubislav, desgl. in Frankfurt a. d. O.
Herrmann, desgl. in Münster i. W. I.
Ippach, desgl. in Berlin.
Klinkert, desgl. in Minden.
Nenmann, desgl. in Merseburg.
Evers, desgl. in Bromberg.
Krug, desgl. in Trier.
Arndt, desgl. in Oppeln.
Heimerle, desgl. in Königsberg i. Pr. II.
Matz, desgl. in Münster i. W. II.
Mahr, desgl. in Düsseldorf II.
Lotzin, desgl. in Kottbus.
Schüngel, desgl. in Fulda.
Drees, desgl. bei der General-Kommission in Münster i. W.
Rotaell, desgl. in Posen.
Sonfluth, desgl. in Liegnitz.
Mierau, desgl. in Magdeburg I.
Wehl, desgl. bei der General-Kommission in Düsseldorf.
Meyer, desgl. in Insterburg.
Giraud, desgl. in Konitz.
Baetge, desgl. in Magdeburg II.
Mothes, desgl. in Osnabrück.
Wichmann, desgl. in Erfurt.
Wenzel, desgl. bei der Generalkommission in Düsseldorf.

b) Ansiedlungs-Kommission für die Provinzen Westpreußen und Posen in Posen.

Krey, Regierungs- und Baurat.
Fischer (Paul), desgl.
Pahst, Regierungs-Baumeister.
Rettig, desgl.
Gaedke, desgl.

c) Außerdem:

Huppertz (Karl), Professor für landwirtschaftliche Baukunde und Meliorationswesen an der landwirtschaftlichen Akademie in Poppelsdorf bei Bonn.

6. Den diplomatischen Vertretern im Auslande sind angeteilt:

Prüsmann, Regierungs- u. Baurat, in Wien.
Offermann, desgl. in Buenos-Aires.
Frahm, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, in London.

7. Bei den Provinzial-Bauverwaltungen.

Provinz Ostpreußen.

Varrentrapp, Landes-Baurat in Königsberg.
Stahl, Landes-Bauinspektor, Hilfsarbeiter bei der Hauptverwaltung in Königsberg.

Le Blanc, Baurat, Landes-Bauinspektor in Allenstein.
Wienholdt, desgl. desgl. in Königsberg.
Bruncke, desgl. desgl. in Tilsit.
Hülsmann, Landes-Bauinspekt. in Insterburg.

Provinz Westpreußen.

Tiburtius, Landes-Baurat in Danzig.

Hurnisch, Landes-Bauinspekt., Provinzial-Chausseeverwaltung des Baukreises Danzig I und Neubau-Bureau. in Danzig.

Provinz Brandenburg.

Techow, Landes-Baurat in Berlin.
Geecke, desgl. in Berlin.

Schubert, Baurat, Landes-Bauinspektor in Guben.
Langen, desgl. desgl. in Potsdam.
Wegener, desgl. desgl. in Berlin.
Poveling, desgl. desgl. in Eberswalde.
Friedenreich, Landes-Bauinspektor in Neu-Ruppin.
Neujahr, desgl. in Landsberg a. W.

Provinz Pommern.

Drews, Landes-Baurat in Stettin.

Provinz Posen.

Oehme, Landes-Baurat in Posen.
Henke, Landes-Bauinspektor, bei der Landes-Hauptverwaltung in Posen.

John, Baurat, Landes-Bauinspektor in Lissa.
Hoffmann, desgl. desgl. in Ostrowo.
Mascherek, desgl. desgl. in Rogasen.
Ziemski, Landes-Bauinspektor in Bromberg.
Schönborn, desgl. in Posen.
Freystedt, desgl. in Posen.
Vogt, desgl. in Gnesen.
von der Osten, desgl. in Kosten.
Pollatz, desgl. in Nakel.
Schiller, desgl. in Krotoschin.
Bartsch, desgl. in Meseritz.
Semler, desgl. in Schneidemühl.
v. Beyer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor a. D., Vorsteher des Provinzial-Bureaus für Kleinbahnen in Posen.

Provinz Schlesien.

Lau, Baurat, Landes-Baurat in Breslau.
Gretschel, Landes-Baurat in Breslau.
Blumner, Baurat, Landes-Baurat in Breslau.
Ansorge, Ober-Landes-Bauinspektor, Vorsteher des technischen Tiefbau-Bureaus in Breslau.

Vetter, Baurat, Landes-Bauinspektor in Hirschberg.
Tannenberger, desgl. desgl. in Breslau.
Rasch, desgl. desgl. in Oppeln.
Straßberger, desgl. desgl. in Schweidnitz.
Wentzel, Landes-Bauinspektor in Breslau.
Almstedt, desgl. (Flußbauamt) in Neiße.
Wolf, desgl. (Flußbauamt) in Hirschberg.
Bniersdorf, desgl. in Gleiwitz.
Janetzki, desgl. (Flußbauamt) in Breslau.
Lothes, desgl. (Flußbauamt) in Liegnitz.

Provinz Sachsen.

Eichhorn, Baurat, Landes-Baurat in Merseburg.
Salomon, Landes-Bauinspektor in Merseburg.
Gätjens, desgl. in Merseburg.
Weber, desgl. in Merseburg.

Rose, Baurat, Landes-Bauinspektor in Weißenfels.
Müller, desgl. desgl. in Erfurt.
Krebel, desgl. desgl. in Eisleben.
Tietmeyer, desgl. desgl. in Magdeburg.
Rantenberg, desgl. desgl. in Halberstadt.
Gößlinghoff, Landes-Bauinspektor in Halle a. d. S.
Rinkowski, desgl. in Stendal.
Schellhaas, desgl. in Mühlhausen i. Th.
Lucko, desgl. in Torgau.
Nikolaus, desgl. in Gardelegen.

Provinz Schleswig-Holstein.

Eckermann, Landes-Baurat in Kiel.
Keßler, desgl. (für Hochbau) in Kiel.

Beckmann, Landes-Bauinspektor in Pinneberg.
Gripp, desgl. in Plön.
Matthießen, desgl. in Itzehoe.
Plomböck, desgl. in Heide.
Jessen, desgl. in Flensburg.
Fischer, desgl. in Hadersleben.
Lüdemann, Landes-Baumeister in Wandsbek.
Hansen, desgl. in Kiel.
Bruhn, desgl. in Itzehoe.
Andresen, desgl. in Sude bei Itzehoe.
Suhren, desgl. in Meldorf.
Treede, desgl. in Heide.
Meyer, desgl. in Flensburg.

Provinz Hannover.

Franck, Geheimer Baurat, Landes-Baurat in Hannover.
Nessenius, Landes-Baurat in Hannover.
Sprengell, desgl. in Hannover.
Magunna, desgl. in Hannover.

Gravenhorst, Baurat, Landes-Bauinspektor in Stade.
v. Bodecker, desgl. desgl. in Osnabrück.
Brüning, desgl. desgl. in Göttingen.
Reyscher, desgl. desgl. in Hildesheim.
Uhthoff, desgl. desgl. in Aurich.
Bokelberg, desgl. desgl. in Hannover.
Funk, Landes-Bauinspektor in Lüneburg.
Swott, desgl. in Nienburg.
Gloystein, desgl. in Celle.
Ulex, desgl. in Hannover.
Greebler, desgl. in Hannover.
Voigt, desgl. in Verden.
Strebe, desgl. in Goslar.
Pagenstecher, desgl. in Uelzen.
Scheele I, desgl. in Lingen.
Müller-Touraine, desgl. in Geestemünde.
Heß, desgl. in Northeim.
Bladt, Landes-Baumeister in Nienburg.
Erdmann, desgl. in Hannover.
Scheele II, desgl. in Hannover.
Siebern, Regierungs-Baumeister (auftrw.) in Hannover.

Provinz Westfalen.

Waldeck, Landesrat u. Landes-Baurat (für Tiefbau) in Münster.

Zimmermann, Landesrat u. Landes-Baurat (für Hochbau) in Münster.

Ludorff, Baurat, Provinzial-Bauinspektor (für die Inventarisation der Kunst- und Geschichts-Denkmäler der Provinz Westfalen, staatlicher Provinzial-Konservator) in Münster.

Heidtmann, Provinzial-Bauinsp. in Münster.

Hövener, Landes-Baumeister in Münster.

Körner, Regierungs-Baumeister a. D. in Warstein.

Hellweg, Baurat, Landes-Bauinspektor in Münster.

Kranold, desgl. desgl. in Siegen.

Schmidts, desgl. desgl. in Hagen.

Pieper, desgl. desgl. in Meschede.

Vaal, Landes-Bauinspektor in Soest.

Schleutker, desgl. in Paderborn.

Tiedtke, desgl. in Dortmund.

Laar, desgl. in Bielefeld.

Schleppinghoff, desgl. in Bochum.

Buddenberg, Regierungs- u. Baurat a. D., bei der Kleinbahn-Abteilung der Westfälischen Provinzial-Verwaltung in Münster.

Provinz Hessen-Nassau.

a) Bezirks-Verband des Regier.-Bezirks Kassel.

Stiehl, Geheimer Baurat, Landes-Baurat, Vorstand der Abteilung IV in Kassel.

Hasselbach, Baurat, Landes-Bauinspektor, technischer Hilfsarbeiter in Kassel.

Röse, Landes-Bauinspektor, technischer Hilfsarbeiter in Kassel.

Fitz, Landes-Bauinspektor, bautechnischer und Revisionsbeamter bei der Hessischen Brand-Versicherungsanstalt in Kassel.

Müller, Baurat, Landes-Bauinspektor in Rinteln.

Wolf, desgl. desgl. in Fulda.

Bößer, desgl. desgl. in Kassel.

Herrmann, desgl. desgl. in Marburg.

Greymann, desgl. desgl. in Rotenburg a. d. F.

Wohlfarth, desgl. desgl. in Hanau.

Lambrecht, desgl. desgl. in Hofgeismar.

Xylander, Landes-Bauinsp. in Hersfeld.

Köster, desgl. in Fritzlar.

Winkler, desgl. in Gelnhausen.

Schmohl, desgl. in Ziegenhain.

Jacob, desgl. (auftrw.) in Eschwege.

b) Bezirks-Verband des Reg.-Bez. Wiesbaden.

Voiges, Geheimer Baurat, Landes-Baurat in Wiesbaden.

Saner, Landes-Bauinspektor, Hilfsarbeiter bei der Landes-Direktion in Wiesbaden.

Leon, Landes-Bauinspektor in Wiesbaden.

Wernecke, desgl. in Frankfurt a. M.

Ameke, desgl. in Diez a. d. L.

Eschenbrenner, desgl. in Oberlahnstein.

Scherer, desgl. in Idstein.

Henning, desgl. in Montabaur.

Rohde, desgl. in Dillenburg.

Ritter, desgl. in Hachenburg.

Wagner, Baurat, Landes-Bauinspektor, Brandversicher.-Inspektor in Wiesbaden.

Rheinprovinz.

Görz, Regierungs- u. Baurat a. D., Landes-Baurat (für Tiefbau) in Düsseldorf.

Ostrop, Baurat, Landes-Baurat (für Hochbau) in Düsseldorf.

Schaum, Baurat, Landes-Ober-Bauinspektor in Düsseldorf.

Esser, desgl. desgl. in Düsseldorf.

Schweitzer, Landes-Bauinspektor in Düsseldorf.

Thomann, desgl. in Düsseldorf.

Baltzer, Landes-Baumeister in Düsseldorf.

Hirschhorn, Regierungs-Baumeister (örtlicher Bauleiter des Neubaues der Provinzial-Heil- und Pflegeanstalt Johannisthal) in Süchteln.

Dau, Baurat, Landes-Bauinspektor in Trier.

Hasse, desgl. desgl. in Siegburg.

Berggreve, desgl. desgl. in Kreuznach.

Becker, desgl. desgl. in Koblenz.

Schmitz, desgl. desgl. in Köln.

Weyland, desgl. desgl. in Bonn.

Musset, desgl. desgl. in Düsseldorf.

Berrens, desgl. desgl. (Land.-Bauamt Aachen-Süd) in Aachen.

Hagemann, Land.-Bauinsp. (Land.-Bauamt Aachen-Nord) in Aachen.

Hübers, desgl. in Gummersbach.

Kerkhoff, desgl. in Kochem.

Inhoffen, desgl. in Kleve.

Amerlan, desgl. in Krefeld.

Quentell, desgl. in Saarbrücken.

Heinekamp, Reg.-Baumeister (auftrw.) in Prüm.

Hohenzollernsche Lande.

Leibbrand, Landes-Baurat in Sigmaringen.

III. Bei besonderen Bauausführungen usw.

Clausen, Regierungs- und Baurat, Leitung der Arbeiten zur Regulierung des Hochwasserquerschnittes der Weichsel von Gemlitz bis Pieckel, in Dirschau.

Diestel, Regierungs- und Baurat, Leitung der Neubauten für die Charité in Berlin.

Gröhe, Regierungs- und Baurat, obere Leitung des Baues zweiter Schleusen bei Wernsdorf, Kersdorf und Fürstenberg, in Fürstenwalde.

Hasak, Regierungs- und Baurat, Leitung der Neubauten auf der Museumsinsel in Berlin.

Hesse (Walter), Regierungs- und Baurat, Leitung der Gerichtsbauten in Magdeburg.

Mönnich, Regierungs- und Baurat, obere Leitung der Gerichtsbauten in Berlin und den Vororten, in Berlin.

Schulze (Fr.), Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat, mit der Leitung des Neubaues eines Geschäftsgebäudes für beide Häuser des Landtages betraut, in Berlin.

Schulze (L.), Regier.- und Baurat, obere Leitung der Arbeiten zum weiteren Ausbau des Emder Außenhafens und zur Vertiefung des Fahrwassers der Unter-Ems, in Emden.

Schwartz, Regierungs- und Baurat, Bearbeitung der Angelegenheiten des Empfangsgebäudes in Kiel und der Umgestaltung der Bahnhofsanlagen auf Hamburger Gebiet, bei der Eisenbahn-Direktion in Altona.

Stringe, Regierungs- und Baurat, obere Leitung der Arbeiten zur Ausgestaltung der vier Stauwerke an der Netze usw., in Czarnikau.

Wegner, Regierungs- und Baurat, Ausführung des neuen Eisenbahn-Verwaltungsgebäudes in Frankfurt a. M.

Adams, Baurat, Bauinspektor, leitet den Neubau der akademischen Hochschulen für die bildenden Künste und für Musik sowie die anderweite Bebauung des sogenannten Akademieviertels in Berlin.

Aschmoneit, Wasser-Bauinspektor, bei den Vorarbeiten zur Regulierung der Spree, zugleich Beaufsichtigung der Unterhaltungsarbeiten auf der ob. Spreewasserstraße, in Beeskow.

Bachmann, Wasser-Bauinspektor, Beaufsichtigung und Leitung des Talsperrenbaues bei Marklissa.

Blecker, Land-Bauinspektor, bei der Leitung der Hochbauten auf den Bahnhöfen Krefeld, M.-Gladbach, Neuß und Rheydt, in Krefeld.

Bölte, Wasser-Bauinspektor, Beobachtung u. Untersuchung der Hochwasserverhältnisse der Elbe, in Magdeburg.

Born, Wasser-Bauinspektor, Leitung des Neubaues der Straßenbrücke über die Havel bei Plaue, in Plaue.

Braeuer, Wasser-Bauinspektor, b. Weichselstromregulierungsbauten im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Thorn, in Schulitz.

Bürde, Baurat, Land-Bauinspektor, Leitung des Neubaues für die Seehandlungs-Sozietät, in Berlin.

Dr. Burgemeister, Land-Bauinsp., Leitung des Neubaues für das zoologische Institut und Museum der Universität Breslau.

Büttner, Land-Bauinspektor, Leitung des Erweiterungsbaues für das Kunstgewerbe-Museum in Berlin.

Carsten, Baurat, Land-Bauinspektor, Leitung des Neubaues der Technischen Hochschule in Danzig.

Caspari, Baurat, Wasser-Bauinsp., bei Bauausführungen usw. im Bezirk des Meliorations-Bauamts in Kassel.

Cornelius, Land-Bauinspektor, bei Hochbauten im Eisenbahn-Direktionsbezirk Berlin.

Crackau, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasserbauinspektion Torgau, in Wittenberg.

Cuny, Land-Bauinspektor, beim Erweiterungsbau des Bahnhofs in Eisenach.

Fabian, Wasser-Bauinspektor, bei Weichselstrom-Regulierungsbauten im Bezirk der Wasserbauinspektion Marienwerder, in Kurzebrack.

Fischer (Albert), Land-Bauinspektor, bei den Landtagsbauten, in Berlin.

Frentzen, Wasser-Bauinspektor, Leitung des Baues der Urftalsperre, in Gemünd/Eifel.

Geiße, Wasser-Bauinspektor, beim Bau eines Hochwasserhafens in der Stadt Leer.

Gläser, Wasser-Bauinspektor, leitet den Neubau der Straßenbrücke über die Oder bei Niederwutzen, in Freienwalde.

Guth, Land-Bauinspektor, leitet den Neubau des ersten chemischen Instituts der Universität in Berlin.

Haesler, Wasser-Bauinspektor, bei der Leitung der Uferbefestigungen im Spreekanal, in Berlin.

Hagen, Wasser-Bauinspektor, Leitung der Hafenbauten in Stolpmünde.

Haltermann, Land-Bauinspektor, Leitung der Neubauten für die Strafanstalt in Anrath.

Hamm, Land-Bauinspektor, Leitung des Baues des Empfangsgebäudes auf Bahnhof Gelsenkirchen, in Essen.

Hentschel, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Hafen-Bauinspektion Neufahrwasser.

Hertel, Land-Bauinspektor, mit der Wahrnehmung der Geschäfte des Dombaumeisters in Köln betraut.

Heusmann, Wasser-Bauinspektor, leitet die Arbeiten zur Herstellung neuer Schiffsliegestellen u. d. Vertiefungsarbeiten im Swinemünder Hafen.

Heydorn, Baurat, Wasser-Bauinspektor, Kommissar für die Ablösung der wegebaufiskalischen Verpflichtungen im Regierungs-Bezirk Schleswig und Lüneburg, in Plön.

Hildebrandt, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Küstrin.

Horstmann, Land-Bauinspektor, leitet den Um- und Erweiterungsbau des Gefängnisses in Köln.

Hoschke, Land-Bauinspektor, leitet den Neubau des Regierungsgebäudes in Frankfurt a. O.

Jaenicke, Wasser-Bauinspektor, Leitung der Arbeiten zur Erweiterung des Hafens bei Kosel und des Neubaues der Kaimauer im Koseler Hafen.

Illert, Land-Bauinspektor, Leitung des Neubaues für das Land- und Amtsgericht in Halle a. d. S.

Kleinau, Baurat, Land-Bauinspektor, beim Dombau in Berlin.

Knocke, Land-Bauinspektor, bei den Neubauten für die Charité in Berlin.

Koerner, Baurat, Land-Bauinspektor, Leitung der Neubauten für den Botanischen Garten auf der Domäne Dahlem bei Berlin.

Kozlowski, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Fürstenwalde.

Lange (Otto), Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Breslau.

Lefenau, Wasser-Bauinsp., bei der Untersuchung der Strom- und Schiffahrtsverhältnisse im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Harburg.

Lühning, Wasser-Bauinsp., Untersuchung der Abflußverhältnisse im Gebiete der Havel und Spree, in Rathenow.

Maschke, Land-Bauinspektor, bei der Leitung des Erweiterungbaues des Geschäftsgebäudes der Eisenbahn-Direktion St. Johann-Saarbrücken.

May, Land-Bauinspektor, leitet den Erweiterungsbau des Gerichtsgefängnisses in Hannover.

Mettegang, Land-Bauinspektor, bei Hochbauten im Eisenbahndirektionsbezirk Köln.

Metzing, Land-Bauinspektor, leitet die Neubauten für die Charite in Berlin.

Middeldorf, Wasser-Bauinspektor, bei der Aufstellung eines allgemeinen Entwurfs für die Entwässerung des Emschertals, in Essen.

Müller (Friedrich), Wasser-Bauinspektor, Ausarbeitung eines Werkes über das Wasserwesen an der Westküste Schleswigs, in Schleswig.

Mundorf, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Ruhrort.

v. Normann, Wasser-Bauinspektor, Leitung der Arbeiten zur Verlängerung der Memeler Südermole, in Memel.

Ortloff, Wasser-Bauinspektor in der Kolonialabteilung des auswärtigen Amts, in Berlin.

Ottmann, Wasser-Bauinspektor, örtliche Leitung d. Hafenerweiterungsbauten in Ruhrort.

Preiß, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw im Bezirk d. Wasser-Bauinspektion Münster i. W.

Progasky, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Berlin I.

Raesfeldt, Land-Bauinspektor, Leitung der amtsgerichtlichen Neubauten in Dortmund.

Rathke, Wasser-Bauinspektor, Leitung der Arbeiten zur Erweiterung der Brahemünder-Hafenanlagen.

Reichelt, Wasser-Bauinspektor, Leitung der Bauten zur Herstellung eines Durchstichs an der Sakrow-Paretzer Wasserstraße nebst Straßenbrücke bei Nedlitz, in Potsdam.

Römer, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Glückstadt.

Roeschen, Wasser-Bauinspektor, bei den Weichselstrom-Regulierungsbauten im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Kulm.

Roeßler, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspekt. Marienwerder.

Roßkothen, Baurat, Wasser-Bauinspektor, b. Bauausführungen usw. im Bezirk d. Wasser-Bauinspektion Halle a. d. S.

Rückmann, Wasser-Bauinspektor, bei den Arbeiten zur Verbreiterung des Oder-Spree-Kanals, in Fürstenwalde a. Spree.

Rumland, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Tilsit.

v. Saltzwedel, Land-Bauinspektor, leitet den Neubau des Regierungsgebäudes in Potsdam.

Schaffrath, Wasser-Bauinspektor, bei Rheinstrom-Regulierungsbauten im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Wesel.

Schelcher, Wasser-Bauinspektor, leitet den Neubau der fiskalischen Töpferbrücke über die Bartsch bei Herrnstadt.

Schildener, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Dirschau.

Schmalz, Professor, Land-Bauinspektor, leitet den Neubau des Geschäftsgebäudes für die Zivilabteilungen des Landger. I und des Amtsgerichts I in Berlin.

Schmidt (Antonio), Land-Bauinspektor, bei Hochbauten im Bereich der Eisenbahn-Direktion Altona.

Schmidt (Wilhelm), Land-Bauinspektor, leitet den Neubau des Regierungsgebäudes in Koblenz.

Schnack, Baurat, Wasser-Bauinspektor, mit Wahrnehmung der wasserbautechnischen Geschäfte von Kreis-Baubeamten im Reg.-Bez. Liegnitz betraut, in Hirschberg i. Schl.

Schubert, Wasser-Bauinspektor, leitet die Bauten am Fischereihafen in Geestemünde.

Schümann, Wasser-Bauinspektor, bei den Bauten zur Errichtung einer hydrologischen Versuchsanst. a. d. Schleuseninsel im Tiergarten bei Berlin.

Schulz (Bruno), Land-Bauinspektor, bei den Arbeiten zur Untersuchung der Ruinen in Baalbeck (Syrien).

Schuster, Wasser-Bauinspektor bei der Leitung des Baues der Reiherstiegschleuse sowie der Vertiefung des Reiherstieges, in Harburg.

Skalweit, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Koblenz.

Dr. Steinbrecht, Geheimer Baurat, Land-Bauinspektor, leitet den Wiederherstellungsbau des Hochschlosses in Marienburg W/Pr.

Steinicke, Land-Bauinspektor, leitet den Um- und Erweiterungsbau des Gerichtsgefängnisses in Danzig.

Stock, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Fürstenwalde.

Stoltenburg, Wasser-Bauinspektor, bei Weichselstrom-Regulierungsbauten in Thorn.

Strauß, Wasser-Bauinspektor, bei Unterhaltungsbauten im Bezirk der Hafen-Bauinspektion Pillau.

Stüwert, Wasser-Bauinspektor, bei den Vorarbeiten zu einer Denkschrift über die hochwasserfreie Abschließung der Nogat, in Marienburg.

Toerkorn, Wasser-Bauinspektor, Leitung der Regulierungsarbeiten an der Warthe, Netze und Drage im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Landsberg a. W., in Landsberg a. W.

Tesenwitz, Land-Bauinspektor, leitet die Bauausführungen für das Landgericht III Berlin, das Amtsgericht Schöneberg und die Vororts-Amtsgerichte bei Berlin.

Timmermann, Land-Bauinspektor, leitet den Neubau des botanischen Museums in Dahlem bei Berlin.

Todsen, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Husum.

Trieloff, Wasser-Bauinspektor, bei Weichselstrom-Regulierungsbauten im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Dirschau, in Einlage.

Urban, Wasser-Bauinsp., Leitung des Baues zweit. Schleusen b. Fürstenberg a. d. O.

Vatiché, Baurat, Wasser-Bauinsp., Bearbeitung der baupolizeil. Angelegenheiten in der Gemeinde Wilhelmsburg.

Vohl, Land-Bauinspektor, leitet den Erweiterungsbau des Kriminalgerichtsgebäudes in Moabit.

Wellmann, Wasser-Bauinspektor, Leitung der Arbeiten zur Herstellung von neuen Leuchtfeueranlagen auf Arkona und bei Stubbenkammer, in Saßnitz.

Windschild, Wasser-Bauinspektor, bei Weichselstrom-Regulierungsbauten in Fordon.

Winter, Wasser-Bauinspektor, bei Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspektion Oppeln (Oderstrombauverwaltung).

Zeidler, Land-Bauinspektor, Leitung von staatlichen Bauausführungen in der Stadt Posen.

Zillich, Wasser-Bauinspektor, Leitung des Baues zweiter Schleusen bei Wernsdorf und Kersdorf, in Fürstenwalde a. d. Spree.

IV. Im Ressort der Reichs-Verwaltung.

A. Beim Auswärtigen Amt.

Wiskow, Kaiserl. Geh. Ober-Baurat u. vortragender Rat in Berlin.
Ortloff, Wasser-Bauinspektor in Berlin.
Schmidt (Gg.), Regierungs-Baumeister in Berlin.
Schlüpmann, desgl. in Berlin.

Gurlitt, Regierungs- und Baurat, Kaiserlicher Baudirektor, in Daressalam.
Schmidt (Ernst), Regierungs-Baumeister in Lome (Togo).
Schütz, Regierungs-Baumeister in Buëa (Kamerun).
Fischer, desgl. in Buëa (Kamerun).
Laubschat, desgl. in Swakopmund.

B. Im Ressort des Reichsamts des Innern.

Hückels, Kaiserl. Geheimer Ober-Baurat und vortragender Rat.
Ehrhardt, Baurat, Land-Bauinspektor, Neubau des Kaiserl. Patentamts.
Schunke, Geheimer Regierungsrat, Vorstand des Schiffsvermessungsamtes in Berlin.

Kaiserliches Kanalamt in Kiel.

Scholer, Regierungsrat, Mitglied, in Kiel.
Kayser, Ingenieur, Vorsteher der Plankammer und des technischen Bureaus, in Kiel.
Gilbert, Baurat, Kanal-Bauinspektor in Brunsbüttel.
Lütjohann, desgl. desgl. in Holtenau.
Blenkinsop, Baurat, Maschinen-Bauinspektor in Rendsburg.

C. Bei dem Reichs-Eisenbahn-Amt.

v. Misani, Geheimer Ober-Baurat, vortragender Rat in Berlin.
Semler, desgl. desgl. in Berlin.
Petri, desgl. desgl. in Berlin.
Lohse, Geheimer Baurat, vortragender Rat in Berlin.
Diesel, Regierungs- und Baurat, ständiger Hilfsarbeiter in Berlin.

D. Bei dem Reichsamte für die Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Kriesche, Geheimer Ober-Baurat in Berlin. | Sarre, Geheimer Baurat in Berlin. | Storm, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor in Berlin.

Bei den Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen und der Wilhelm-Luxemburg-Eisenbahn.

a) bei der Betriebs-Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Franken, Ober-Regierungsrat, Abteilungs-Dirigent, Vertreter des Präsidenten.
Rhode, Ober-Regierungsrat, Abteilungs-Dirigent.
Dietrich, Geheimer Baurat, Mitglied der General-Direktion.
v. Bose, Regierungsrat, desgl.
Roth, desgl. desgl.
Rohr, desgl. desgl.
Möllmann, desgl. desgl.
Kuntzen, Regierungsrat, Mitglied der Generaldirektion.
Fleck, desgl. desgl.
(Sämtlich in Straßburg.)
de Bary, Eisenb.-Betriebsdirektor in Kolmar.
Koeltze, desgl. in Saargemünd.
Hüster, desgl., Vorsteher des maschinentechnischen Bureaus in Straßburg.
Woltin, Eisenbahn-Betriebsdirektor in Straßburg I.
Bossert, desgl. in Metz.
Bozenhardt, desgl. in Straßburg II.
Keller, Eisenb.-Betriebsdirekt. in Mülhausen.
Kriesche, desgl., Hilfsarbeiter in der Generaldirektion in Straßburg (auftrw.).
Müller, Eisenbahn-Betriebsdirektor, Vorsteher des betriebstechnischen Bureaus in Straßburg.
Schad, Eisenbahn-Betriebsdirektor, Vorsteher des Material.-Bureaus in Straßburg.
Reh, Baurat, Vorstand der Eisenbahn-Maschineninspektion in Sablon.
Wachenfeld, Baurat, Vorstand der Betriebsinspektion II in Mülhausen.

Lachner, Baurat, Vorstand der Betriebsinspektion II in Saargemünd.
Strauch, Baurat, Vorstand der Betriebsinspektion I in Kolmar.
Wolff, Baurat, Vorstand der Eisenbahn-Werkstätteninspekt. in Bischheim.
Dr. **Laubenheimer**, Baurat, Vorstand der Betriebsinspektion II in Metz.
Jakoby, Baurat, Vorstand der Eisenbahn-Werkstätteninspektion in Montigny.
Beyerlein, Baurat, Stellvertreter des Vorstandes des maschinentechnischen Bureaus in Straßburg.
Blunk, Baurat, Vorstand der Maschineninspektion in Straßburg.
Mayr, Baurat, Vorstand der Betriebsinspektion II der Betriebsdirektion Straßburg II, in Hagenau.
Giörtz, Baurat, Vorstand der Maschineninspektion in Saargemünd.
Kuntz, Baurat, Vorstand der Eisenbahn-Werkstätteninspektion in Mülhausen.
Hannig, Baurat in Bischheim.
Richter, Baurat in Straßburg.
Lühken, Baurat, mit dem Range eines Vorstandes, in Straßburg.
Hartmann, Eisenbahn-Bauinspektor in Straßburg.
Wagner (Max), Baurat, Vorstand der Betriebsinspektion III des Betriebs-Direktionsbezirks Straßburg II, in Hagenau.
Stoeckicht, Baurat, Stellvertreter des Vorstandes des bautechn. Bureaus in Straßburg.
Lawaczeck, Baurat, Vorstand der Betriebsinspektion I in Saargemünd.
Drum, Baurat, Vorstand der Betriebsinspektion II in Kolmar.
Antony, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor, Vorstand der Betriebsinspektion III der Betriebsdirektion Kolmar, in Schlettstadt.
Jarotzki, Eisenbahn-Bauinspektor, Vorstand der Maschineninsp. in Mülhausen.
Gaitzsch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Vorsteher des bautechnischen Bureaus in Straßburg (auftrw.).
Goebel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Vorstand der Betriebsinspektion III der Betriebsdirektion in Saargemünd.
Zirkler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Vorstand der Betriebsinspektion III der Betriebsdirektion Metz, in Diedenhofen.
Reisenegger, Eisenb.-Bauinsp. in Montigny.
Scheuffele, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Vorstand der Betriebsinspektion I in Mülhausen.
Wagner (Albert), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Vorstand der Betriebsinspektion I der Betriebsdirektion Straßburg I, in Straßburg.
Hartmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Vorstand der Betriebsinspektion I der Betriebsdirektion Straßburg II, in Straßburg.
Weih, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Vertreter des Vorstandes des betriebstechn. Bureaus in Straßburg.
Caesar, Eisenbahn-Bauinspektor, Vorstand der Telegrapheninsp. in Straßburg.
Conrad, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Vorstand der Betriebsinspektion III der Betriebsdirektion Straßburg I, in Saarburg.
Budczies, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor, Vorstand der Betriebsinspektion I in Metz.
Koch, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinsp. in Dillingen.
Clemens, Eisenb.-Bauinsp. in Mülhausen.
Fuchs, desgl. in Straßburg.
Cincinrski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Straßburg.
Soehring, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Chateau-Salins.
Kilp, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Vorstand der Betr.-Inspektion II der Betriebs-Direktion Straßburg I, in Straßburg (auftrw.).
Frey, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Metz.
Renz, desgl. in Montigny.
Kommerell, desgl. in Busendorf.
Bergmann, Eisenb.-Bauinspektor in Straßburg.

b) bei der der Kaiserl. General-Direktion der Eisenbahnen in Elsaß-Lothring. unterstellten Wilhelm-Luxemburg-Bahn.

Kaesnr, Eisenbahn-Betriebsdirektor.
Baltin, Vorstand der Maschineninspektion.
Dirckson, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor, Vorstand der Betriebsinspektion I.
Caspar, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor, Vorstand der Betriebsinspektion II.
Hammes, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspektor, Vorstand der Betriebsinspektion III.
Brenner, Eisenbahn-Bauinspektor.
(Sämtlich in Luxemburg.)

E. Bei der Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung.

Hake, Geheimer Ober-Postrat in Berlin.
Zopff, Geheimer Postrat in Dresden.
Tuckermann, desgl. in Berlin.
Schmedding, desgl. in Leipzig.
Perdisch, desgl. in Frankfurt a. M.
Stüler, Geheimer Baurat, Post-Baurat in Koblenz.
Techow, desgl. desgl. in Berlin.
Hintze, Post-Baurat in Stettin.
Schaeffer, desgl. in Hannover.
Bettcher, desgl. in Straßburg (Els.).
Sehnppan, desgl. in Hatnburg.
Winckler, desgl. in Magdeburg.
Prinzhausen, Post-Baurat in Königsbg. (Pr.).
Klauwell, desgl. in Erfurt.
Struve, desgl. in Berlin.
Waltz, desgl. in Potsdam.
Zimmermann, desgl. in Karlsruhe.
Wohlbrück, desgl. in Schwerin.
Bing, desgl. in Köln (Rhein).
Oertel, desgl. in Düsseldorf.
Buddeberg, desgl. in Dortmund.
Voges, Baurat, Post-Bauinspektor in Berlin.
Ahrens, desgl. desgl. in Berlin.
Robrade, desgl. desgl. in Breslau.
Eiselen, Baurat, Post-Bauinspektor in Minden.
Sell, desgl. desgl. in Posen.
Rubach, desgl. desgl. in Frankfurt a. d. O.
Siecke, desgl. desgl. in Berlin.
Wildfang, Post-Bauinspektor in Düsseldorf.
Langhoff, desgl. in Kiel.
Walter, desgl. in Berlin.
Spalding, desgl. in Berlin.
Witthelt, desgl. in Kassel.
Wiese, desgl. in Erfurt.
Suckdorff, desgl. in Hamburg.

F. Bei dem preußischen Kriegsministerium in Berlin und im Ressort desselben.

a) Im Ministerium.

Bauabteilung.

Appelius, Geheimer Ober-Baurat, Abteilungs-Chef. (Tritt am 1. 1. 04 in den Ruhestand.)
v. **Rosainsky**, Geheimer Ober-Baurat, mit Wahrnehmung der Geschäfte des Abt.-Chefs beauftragt.

a) Vortragende Räte.

Schönhals, Geheimer Oberbaurat.
Wedrig, desgl.
Verworn, desgl.
Ahrendts, Geheimer Baurat.
Andersen, Intendantur- und Baurat.

b) Technische Hilfsarbeiter.

Klatten, Baurat.
Leuchten, Garnison-Bauinspektor.
Schlitte, desgl.
Krebs, desgl.
John, desgl.
Albert, Garnis.-Bauinspektor, techn. Hilfsarb. bei der Intendantur des G.-K. in Berlin.
Weiß, desgl. desgl.

b) Bei Provinzial-Verwaltungs-Behörden.

1. Bei dem Garde-Korps.

Meyer, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- und Baurat in Berlin.
Rühle v. Lilienstern, desgl. desgl. in Berlin.
Wellmann, Baurat in Berlin III.
Klingelhöffer, desgl. in Potsdam II.
Schultze, desgl. in Berlin I.
Haußknecht, desgl. in Berlin IV.
Wellroff, desgl. in Potsdam I.
Koehler, Garnison-Bauinspektor in Berlin V.
Gerstenberg, desgl. in Berlin II.

2. Bei dem I. Armee-Korps.

Bähcker, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- u. Baurat in Königsberg i. Pr.
Allihn, Indent.- u. Baurat in Königsberg i. Pr.
Rahmlow, Baurat in Gumbinnen.
Schirmacher, Garnison-Bauinspektor in Königsberg i. Pr. III.
Fromm, desgl. in Königsberg i. Pr. II.
Geßner, desgl. in Lyck.
Fischer, desgl. in Insterburg.
Siburg, desgl. in Königsberg i. Pr. I.
Baehr, desgl. in Allenstein.

Jacoby, Garnison-Bauinspektor, technischer Hilfsarbeiter bei der Intendantur des I. A.-K. in Königsberg i. Pr.
Kuntze, Garnison-Bauinspektor in Pillau.

3. Bei dem II. Armee-Korps.

Dublański, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- und Baurat in Stettin.
Gummel, Baurat in Stralsund.
Neumann, desgl. in Kolberg.
Hellwich, desgl. in Stettin II.
Doego, desgl. in Stettin I.
Krieg, Garnison-Bauinspektor in Bromberg.
Duerdoth, Garnison-Bauinspektor in Stettin.
Ludwig, desgl., techn. Hilfsarbeiter b. d. Intendantur d. II. A.-K. in Stettin.

4. Bei dem III. Armee-Korps.

Roßteuscher, Intendantur- und Baurat in Berlin.
Feuerstein, Baurat, mit Wahrn. einer Intendantur- und Bauratstelle beauftragt, in Berlin.
Koehne, Baurat, techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur d. III. A.-K. in Berlin.
Hildebrandt, Baurat in Spandau.
Mecke, Garnison-Bauinspektor in Berlin.
Borghaus, desgl. in Frankfurt a. d. O.
Kolb, desgl. in Brandenburg a. d. H.
Kaiser, desgl. in Jüterbog.
Jacobi, Garnison-Bauinspektor in Küstrin.
Luedecke, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intend. des III. A.-K. in Berlin.

5. Bei dem IV. Armee-Korps.

Schneider, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- u. Baurat in Magdeburg.
Stegmüller, Intendantur- und Baurat in Magdeburg.
Schneider, Geheimer Baurat (charakt.) in Halle a. d. S.
Zappe, Baurat in Magdeburg I.
Trautmann, desgl. in Torgau.
Schüpperle, Garnison-Bauinspektor in Magdeburg II.
Wiesebaum, desgl. in Magdeburg III.
Büttcher (Oskar), desgl., technischer Hilfsarbeiter bei der Intendantur des IV. A.-K. in Magdeburg.

6. Bei dem V. Armee-Korps.

Knitterscheid, Intendantur- u. Baurat in Posen.
Heckhoff, Baurat in Posen I.
Lehmann, desgl. in Liegnitz.
Lichner, desgl. in Posen II.
Liebenau, Garnison-Bauinspektor in Glogau.
Mattel, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des V. A.-K. in Posen.
Graeßner, Garnison-Bauinsp. in Posen III.

7. Bei dem VI. Armee-Korps.

Rathke, Intendantur- und Baurat in Breslau.
Kienitz, Baurat in Gleiwitz.
Veltman, desgl. in Breslau I.
Kahrstedt, desgl. in Neiße.
Hallbauer, desgl. in Breslau II.
Zeising, Garnis.-Bauinspektor, techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des VI. A.-K. in Breslau.
Breisig, Garnison-Bauinsp. in Neuhammer.

8. Bei dem VII. Armee-Korps.

Brook, Intendantur- u. Baurat in Münster.
Schmedding, desgl. in Münster.
Rokohl, Baurat in Münster.
Rohlfing, desgl. in Paderborn.
Knoch, desgl. in Minden.
Krebs (Max), desgl. in Wesel.
Kraft, Garnison-Bauinspektor in Düsseldorf.
Roeßler, desgl. in Lippstadt.
Graßmann, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des VII. A.-K. in Münster.

9. Bei dem VIII. Armee-Korps.

Zanr, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- und Baurat in Koblenz.
Schwenck, Intendantur- u. Baurat in Koblenz.
Schmid, Baurat in Köln I.
Stahr, desgl. in Aachen.
Knirck, desgl. in Bonn.
Meyer (Adolf), desgl. in Trier.
Berninger, Garnison-Bauinsp. in Koblenz II.
Teichmann, desgl. in Koblenz I.
Kraus, desgl. in Köln II.
Mayr, desgl. in Köln.
Rudolius, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des VIII. A.-K. in Koblenz.
Herzog, Garnison-Bauinspektor in Saarbrücken.

10. Bei dem IX. Armee-Korps.

Goebel, Intendantur- u. Baurat in Altona.
Arendt, Baurat in Rendsburg.
Sonneaburg, desgl. in Schwerin.
Polnck, desgl. in Altona I.
Hagemann, desgl. in Altona II.

11. Bei dem X. Armee-Korps.

Jungeblodt, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- u. Baurat in Hannover.
Koch, Intendantur- und Baurat in Hannover.
Linz, Baurat in Hannover I.
Bode, desgl. in Braunschweig.
Koppers, desgl. in Oldenburg.
Stabel, desgl. in Hannover II.
Hahn, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des X. A.-K. in Hannover.

12. Bei dem XI. Armee-Korps.

Gabe, Intendantur- und Baurat in Kassel.
Ullrich, Baurat in Erfurt I.
Knothe-Baehnisch, desgl. in Erfurt II.
Suenderop, desgl. in Kassel I.
Koppen, Garnison-Bauinspektor in Kassel II.
Herold, desgl., techn. Hilfsarb. bei der Intend. des XI. A.-K. in Kassel.

13. Bei dem XIV. Armee-Korps.

Kalkhof, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- und Baurat in Karlsruhe.
Blenkle, Baurat in Mülhausen i. E.
Jannasch, desgl. in Karlsruhe I.
Maurmann, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des XIV. A.-K. in Karlsruhe.
Weinlig, Baurat in Freiburg i. B.
Pfaff, Garnison-Bauinspektor in Karlsruhe II.
Hohn, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des XIV. A.-K. in Karlsruhe.
Kuhse, Garnis.-Bauinspekt. in Kolmar i. E.

14. Bei dem XV. Armee-Korps.

Saigge, Intendantur- und Baurat in Straßburg i. E.
Wutsdorff, desgl. in Straßburg i. E.
Kuhl, Baurat in Straßburg i. E. II.
Mobert, desgl. in Straßburg i. E. III.
Buschenhagen, desgl. in Straßburg i. E. I.
Stuckhardt, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des XV. A.-K. in Straßburg i. E.
Lieber, Baurat in Straßburg i. E. IV.
Steinebach, Garnison-Bauinsp. in Saarburg.
Graebner, desgl. in Bitsch.

15. Bei dem XVI. Armee-Korps.

Stolterfoth, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- und Baurat in Metz.
Lehnow, Intendantur- und Baurat in Metz.
Ataert, Baurat in Metz III.
Reimer, desgl. in Metz II.
Herzfeld, desgl. in Metz IV.
Paepke, desgl. in Metz I.
Stürmer, Garnison-Bauinsp. in Metz (Ars.).
Borowski, desgl. in Metz.
Schwetje, desgl., technischer Hilfsarbeiter bei der Intendantur des XVI. A.-K. in Metz.

16. Bei dem XVII. Armee-Korps.

Knolaler, Intendantur- u. Baurat in Danzig.
Böhmer, desgl. in Danzig.
Leeg, Baurat in Thorn I.
v. Fisenne, desgl. in Danzig III.
Lattke, desgl. in Danzig I.
Scholze, desgl. in Graudenz.
Güthe, desgl. in Thorn II.
Jankowfsky, Garnis.-Bauinsp. in Dt.-Eylau.
Maillard, desgl. in Danzig II.
Volk, desgl., techn. Hilfsarbeiter b. d. Intend. des XVII. A.-K. in Danzig.
Boettcher (Friedrich), Garnis.-Bauinspektor in Danzig.

17. Bei dem XVIII. Armee-Korps.

Gerstner, Geheimer Baurat (charakt.), Intend.- u. Baurat in Frankfurt a. M.
Boyer, desgl. in Frankfurt a. Main.
Reinmann, Geh. Baurat (charakt.) in Mainz I.
Pieper, Baurat in Hanau.
Schild, desgl. in Darmstadt.
Schrader, Garnison-Bauinspekt. in Mainz II.
Wefels, desgl. in Frankfurt a. M.
Tischmeyer, desgl. in Mainz.
Klein, desgl., techn. Hilfsarbeiter bei der Intendantur des XVIII. A.-K. in Frankfurt a. M.
Benda, Garnis.-Bauinsp. in Frankfurt a. M.

18. Bei der Intendantur der milit. Institute.

Schmidt, Geheimer Baurat (charakt.), Intendantur- und Baurat in Berlin.
Hartung, Intendantur- u. Baurat in Berlin.
Afinger, Baurat in Spandau II.
Weisenberg, desgl. in Berlin I.
Sorge, desgl. in Spandau I.
Richter, desgl. in Spandau III.
Zeyß, Garnison-Bauinspektor in Berlin.
Bender, desgl. in Berlin II.
Perlia, desgl., techn. Hilfsarbeiter b. d. Intend. der milit. Institute in Berlin.
Meyer (Martin), desgl. desgl. in Berlin.

G. Bei dem Reichs-Marine-Amt.

1. Im Reichs-Marine-Amt in Berlin.

Langner, Geheimer Admiralitätsrat und vortragender Rat.
Wüorst, Geh. Baurat und vortragender Rat.
Aßmann, Geheimer Marine-Baurat und Maschinenbaudirektor.
Jaeger, Geheimer Marine-Baurat u. Schiffbaudirektor.
Rudloff, Geheimer Marine-Baurat und Schiffbaudirektor.
Kretschmer, Marine-Ober-Baurat und Schiffbau-Betriebsdirektor.
Thämer, Marine-Ober-Baurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor.
Bockhacker, Marine-Ober-Baurat u. Schiffbau-Betriebsdirektor.
Collin, Marine-Ober-Baurat u. Maschinenbau-Betriebsdirektor.
Zeidler, Marine-Intendantur- und Baurat, Geheimer Baurat (charakt.)
Konow, Marine-Schiffbaumeister.
Bock, desgl.
Grabow, Marine-Maschinenbaumeister.
Krell, desgl.
Buschberg, Marine-Schiffbaumeister.
Grauert, Marine-Maschinenbaumeister.
Dix, Marine-Schiffbaumeister.
Pophanken, Marine-Maschinenbaumeister.
Petersen, Marine-Schiffbaumeister.
Mönch, Marine-Baurat und Hafenbau-Betriebsdirektor.

2. Gouvernement Kiautschou.

Rollmann, Marine-Hafenbaumeister, Baudirektor m. W. d. G. b.
Breymann, Marine-Maschinenbaumeister.
Troschel, Marine-Hafenbaumeister.

3. Inspektion des Bildungswesens der Marine.

Klamroth, Marine-Ober-Baurat u. Maschinenbau-Betriebsdirektor.
Müller (August), Marine-Schiffbaumeister.
Weiß, desgl.
Schulz, Marine-Maschinenbaumeister.

4. Bei den Werften.

a) Werft in Kiel.
Schiffbau und Maschinenbau.

Hoßfeld, Geheimer Marine-Baurat und Schiffbaudirektor.
Bertram, Geheimer Marine-Baurat und Maschinenbaudirektor.
Kasch, Marine-Ober-Baurat und Schiffbau-Betriebsdirektor.
Hüllmann, desgl. desgl.
Eickenrodt, Marine-Ober-Baurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor.
Fritz, desgl. desgl.
Brommundt, desgl. desgl.
Schmidt, Marine-Ober-Baurat u. Schiffbau-Betriebsdirektor.
Hoffert, Marine-Maschinenbauinspektor, Marine-Ober-Baurat (charakt.).
Thomsen, Marine-Maschinenbauinspektor, Marine-Ober-Baurat (charakt.).
Flach, Marine-Schiffbauinspektor, Marine-Ober-Baurat (charakt.).
Richter, Marine-Maschinenbaumeister, Marine-Baurat (charakt.).
Bonhage, desgl. desgl.
Schirmer, Marine-Schiffbaumeister.
Bürkner, desgl.
Arendt, desgl.
Pilatus, desgl.
Wellenkamp, desgl.
Neudeck, desgl.
Kuck, desgl.
Boekholt, desgl.
William, Marine-Maschinenbaumeister.
v. Buchholtz, desgl.
Domke (Georg), desgl.
Berling, desgl.
Lösche, Marine-Schiffbaumeister.
Frankenberg, Marine-Maschinenbaumeister.
Methling, desgl.
Martens, Marine-Schiffbaumeister.
Kluge, desgl.
Mugler, Marine-Maschinenbaumeister.
Gerlach, desgl.
Kenter, desgl.
Dietrich, Marine-Schiffbaumeister.
Jensen, Marine-Maschinenbaumeister.
Abahudt, Marine-Schiffbaumeister.
Ilgen, Marine-Maschinenbaumeister.
Becker, desgl.
Berghoff, Marine-Schiffbaumeister.
Allardt, Marine-Baufuhrer d. Schiffbaufaches.
Buttmann, desgl. desgl.
Hoffmann, desgl. desgl.
Just, desgl. desgl.
Kühnke, desgl. desgl.
Paech, desgl. desgl.
Schlichting, desgl. desgl.
Eden, Marine-Bauführer des Maschinenbaufaches.
Heldt, desgl. desgl.
Köhler, desgl. desgl.
Langenbach, desgl. desgl.
Salfeld, desgl. desgl.
Schreiter, desgl. desgl.
Wegener, desgl. desgl.
Wiegel, desgl. desgl.

Hafenbau.

Franzius, Marine-Ober-Baurat und Hafenbaudirektor, Geh. Admiralitätsrat.
Schöner, Marine-Baurat und Hafenbau-Betriebsdirektor.
Müller, Marine-Hafenbauinspektor, Marine-Baurat (charakt.).
Stiehling, Marine-Hafenbaumeister.
Vogeler, desgl.

b) Werft in Wilhelmshaven.
Schiffbau und Maschinenbau.

Brinkmann, Geheimer Marine-Baurat und Schiffbaudirektor.
Nott, Geheimer Marine-Baurat u. Maschinenbaudirektor.
Schwarz, Marine-Ober-Baurat u. Schiffbau-Betriebsdirektor.
Kohn v. Jaski, desgl. u. Maschinenbau-Betriebsdirektor.
Plehn, desgl. desgl.
Eichhorn, desgl. u. Schiffbau-Betriebsdirektor.
Hölzermann, Marine-Schiffbaumeister.
Reimers, desgl.
Hünerfürst, desgl.
Bergemann, desgl.
Reitz, Marine-Maschinenbaumeister.
Müller (Richard), desgl.
Scheurich, Marine-Schiffbaumeister.
Hartmann, desgl.
Friese, desgl.
Neumann, Marine-Maschinenbaumeister.
Cleppien, Marine-Schiffbaumeister.
Wahl, desgl.
Strache, Marine-Maschinenbaumeister.
Winter, Marine-Schiffbaumeister.
Freyer, Marine-Maschinenbaumeister.
Engel, desgl.
Sichtau, Marine-Schiffbaumeister.
Domke (Reinhard), Marine-Maschinenbaumeister.
Klagemann, desgl.
Meyer, Marine-Schiffbaumeister.
Stach, Marine-Maschinenbaumeister.
Raabe, desgl.
Artus, desgl.
Neumann (Otto), desgl.
Jaborg, desgl.
Lampe, Marine-Schiffbaumeister.
Schulz, desgl.
Kernke, Marine-Baufuhrer d. Schiffbaufaches.
Kühnel, desgl. desgl.
Löflund, desgl. desgl.
Müller, desgl. desgl.
Pietzker, desgl. desgl.
Spies, desgl. desgl.
Wendenburg, desgl. desgl.
Bröking, Marine-Bauf. d. Maschinenbaufaches.
Goßner, desgl. desgl.
Krüger, desgl. desgl.
Laudahn, desgl. desgl.
Mohr, desgl. desgl.
Müller, desgl. desgl.
Praetorius, desgl. desgl.
Roellig, desgl. desgl.
Sieg, desgl. desgl.

Hafenbau.

Brennecke, Marine-Ober-Baurat und Hafenbaudirektor, Geheimer Marine-Baurat (charakt.).
Radant, Marine-Baurat und Hafenbau-Betriebsdirektor.
Moeller, Marine-Hafenbaumeister, Marine-Baurat (charakt.).
Königsbeck, Marine-Hafenbaumeister.
Behrendt, desgl.
Krüger, desgl.
Eckhardt, desgl.
Zennig, desgl.
Nübling, desgl.
Brune, desgl.

c) Werft in Danzig.
Schiffbau und Maschinenbau.

Wiesinger, Geheimer Marine-Baurat und Schiffbaudirektor.
Uthemann, Geheimer Marine-Baurat und Maschinenbaudirektor.
Krieger, Marine-Ober-Baurat und Schiffbau-Betriebsdirektor.
Euterneck, Marine-Ober-Baurat u. Maschinenbau-Betriebsdirektor.
Mechlenburg, Marine-Maschinenbauinspekt., Marine-Ober-Baurat (charakt.).
Schmidt (Harry), Marine-Schiffbaumeister.
Preese, desgl.
Süßenguth, desgl.
Mayer, Marine-Maschinenbaumeister.

Malisius, Marine-Schiffbaumeister.
Hennig, Marine-Maschinenbaumeister.
Göhring, desgl.
Peters, desgl.
Hemmann, Marinebauführer des Schiffbaufaches.
Werner, desgl. desgl.
Arnold, Marine-Bauführ. d. Maschinenbaufach.
Klette, desgl. desgl.

Hafenbau.

Bieske, Marine-Ober-Baurat und Hafenbaudirektor, Geh. Marine-Baurat (charakt.).
Gromsch, Marine-Baurat und Hafenbau-Betriebsdirektor.
Röhlke, Marine-Hafenbaumeister.

5. Bei der Inspektion des Torpedowesens in Kiel.

Veith, Geheimer Marine-Baurat u. Maschinenbaudirektor.
Goecke, Marine-Schiffbauinspektor, Marine-Baurat.
Paulus, Marine-Schiffbaumeister.
Vogeler, Marine-Maschinenbaumeister.
Schmidt, desgl.

6. Bei der Marine-Intendantur in Kiel.

Bugge, Geheimer Marine-Intendantur- und Baurat, Marine-Baurat (charakt.).
Weispfenning, Marine-Maschinenbauinsp., Marine-Ober-Baurat (charakt.).
Hagen, Garnison-Bauinspektor, Baurat (charakt.).
Kolm, Regierungs-Baumeister.
Stock, desgl.

7. Bei der Marine-Intendantur in Wilhelmshaven.

Zimmermann, Marine-Intend.- u. Baurat.
Schubert, Garnison-Bauinspektor.

Verzeichnis der Mitglieder der Akademie des Bauwesens in Berlin.

Präsident: Hinckeldeyn, Ministerialdirektor und Ober-Baudirektor.
Stellvertreter: Schroeder, Exzellenz, Wirkl. Geheimer Rat, Ministerialdirektor und Ober-Baudirektor.

A. Abteilung für den Hochbau.

a) Ordentliche Mitglieder.

1. Hinckeldeyn, Ministerial-Direktor und Ober-Baudirektor, Präsident und Abteilungs-Dirigent.
2. Emmerich, Regierungs- und Baurat, Geheimer Baurat.
3. Dr.-Ing. Ende, Geheimer Regierungsrat, Professor.
4. v. Großheim, Baurat.
5. Hake, Geheimer Ober-Postrat.
6. v. d. Hude, Geheimer Baurat, Stellvertreter des Abteilungs-Dirigenten.
7. Kayser, Baurat.
8. Kühn, Geheimer Baurat, Professor.
9. Otzen, Geh. Regierungsrat, Professor.
10. Raschdorff, Geheimer Regierungsrat, Professor.
11. Reimann, Geheimer Ober-Baurat und vortragender Rat.
12. Schmieden, Geheimer Baurat.
13. Schwechten, Baurat.
14. Thoemer, Geheimer Ober-Baurat und vortragender Rat.
15. Dr. Thur, desgl. desgl.

b) Außerordentliche Mitglieder.

1. Appelius, Wirklicher Geheimer Ober-Baurat in Charlottenburg.
2. Dr.-Ing. Dr. Durm, Großh. badischer Ober-Baudirektor a. D., Geheimer Rat zweiter Klasse, Professor in Karlsruhe i. Baden.
3. Eggert, Geh. Ober-Baurat in Berlin.
4. Hehl, Geh. Regierungsrat, Professor in Charlottenburg.
5. Hoßfeld, Geheimer Baurat und vortragender Rat in Berlin.
6. v. Hoven, Baurat in Frankfurt a. M.
7. Ihne, Hof-Architekt, Geheimer Ober-Hofbaurat in Berlin.
8. Dr. Jordan, Geheimer Ober-Regierungsrat a. D. in Steglitz.
9. Lutsch, Geheimer Regierungsrat und vortragender Rat, Konservator der Kunstdenkmäler in Berlin.
10. March, Baurat in Charlottenburg.
11. Schaper (F.), Bildhauer und Professor in Berlin.
12. Dr. Schöne, Exzellenz, Wirklicher Geh. Rat in Berlin.
13. v. Seidl, Professor in München.
14. Solf, Regierungs-Baumeister, Professor, in Berlin.
15. v. Thiersch, Professor in München.
16. v. Tiedemann, Regierungs- und Baurat, Geh. Regierungsrat in Potsdam.
17. Tornow, Regierungs- u. Baurat in Metz.
18. Dr. Wallot, Kaiserl. Geheimer Baurat, Königl. sächs. Geheimer Hofrat, Professor in Dresden.
19. v. Werner, Direktor und Professor, Geschichtsmaler, in Berlin.
20. Wolff (F.), Geheimer Baurat, Professor in Berlin.

B. Abteilung für das Ingenieur- und Maschinenwesen.

a) Ordentliche Mitglieder.

1. Wiebe, Exzellenz, Wirklicher Geheimer Rat, Abteilungs-Dirigent.
2. Cramer (R.), Baurat in Berlin.
3. v. Doemming, Ober-Baudirektor.
4. Dresel, Geheimer Ober-Baurat.
5. Fülscher, desgl.
6. Keller, desgl. u. vortragender Rat.
7. Kinel, Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrat.
8. Dr.-Ing. Müller-Breslau, Geheimer Regierungsrat, Professor.
9. v. Münstermann, Geh. Ober-Baurat und vortragender Rat.
10. Pintsch (Richard), Geh. Kommerzienrat.
11. Schroeder, Exzellenz, Wirkl. Geheimer Rat, Ministerialdirektor und Ober-Baudirektor, Stellvertreter des Präsidenten und des Abteilungs-Dirigenten.
12. Dr. Slaby, Geh. Regierungsrat, Prof.
13. Wichert, Geheimer Ober-Baurat und vortragender Rat.
14. Dr.-Ing. Dr. Zimmermann, Geh. Ober-Baurat und vortragender Rat.

b) Außerordentliche Mitglieder.

1. Behrens, Kommerzienrat in Berlin.
2. Blum, Geheimer Ober-Baurat und vortragender Rat in Berlin.
3. v. Breckmann, Ober-Baurat a. D. in Stuttgart.
4. Bubendey, Geheimer Baurat, Professor, Wasser-Baudirektor in Hamburg.
5. Dieckhoff, Wirklicher Geheimer Ober-z. D. Baurat in Berlin.
6. Ritter v. Ebermayer, Exzellenz, Staatsrat, Generaldirektor, Vorstand der Generaldirektion der bayerischen Staats-Eisenbahnen, in München.
7. Franzius, Geheimer Admiralitätsrat in Kiel.
8. v. Fuchs, Direktor der Bauabteilung der Generaldirektion der Württembergischen Staatseisenbahnen, in Stuttgart.
9. Germelmann, Geheimer Ober-Baurat u. vortragender Rat in Berlin.
10. Ritter v. Grove, Professor in München.
11. Haack, Baurat in Eberswalde.
12. Dr. v. Hefner-Alteneck, Ingenieur in Berlin.
13. Honsell, Direktor der Großh. badischen Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaues, Ober-Baudirektor u. Geheimer Rat, Prof., in Karlsruhe.
14. Dr.-Ing. Intze, Geheimer Regierungsrat, Professor in Aachen.
15. Jungnickel, Eisenbahndirektions-Präs. in Altona.
16. Dr.-Ing. Köpcke, Geheimer Rat a. D. in Dresden.
17. Kriesche, Geheimer Ober-Baurat und vortragender Rat in Berlin.
18. Kummer, Ober-Baudirektor, Professor in Montevideo.
19. Dr.-Ing. Launhardt, Geheimer Regierungsrat a. D., Professor in Hannover.
20. Müller (Karl), Geheimer Ober-Baurat und vortragender Rat in Berlin.
21. Rehder, Ober-Baudirektor in Lübeck.
22. Wiesner, Eisenbahndirektions-Präsident in Hannover.
23. Dr.-Ing. Wöbler, Kaiserl. Geh. Regier.-Rat a. D. in Hannover.
24. Dr.-Ing. Dr. Zeuner, Geheimer Rat, Professor a. D. in Dresden.

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.



HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

SCHRIFTLEITER:

OTTO SARRAZIN UND FRIEDRICH SCHULTZE.

JAHRGANG LIV. 1904. HEFT IV BIS VI.

INHALT:

Für den Buchbinder.

Beim Einbinden des Jahrgangs sind die „Statistischen Nachweisungen" aus den einzelnen Heften herauszunehmen und — in sich entsprechend geordnet — vor dem Inhaltsverzeichnis des Jahrgangs dem Übrigen anzufügen.

BERLIN 1904.

VERLAG VON WILHELM ERNST u. SOHN

GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.

WILHELMSTRASSE 90.



BERLIN UND SEINE BAUTEN

bearbeitet und herausgegeben vom

ARCHITEKTEN-VEREIN ZU BERLIN UND DER VEREINIGUNG BERLINER ARCHITEKTEN

1649 Seiten, 2150 Abbildungen, 18 Lichtdrucktafeln. Quart

BAND I: INGENIEURWESEN — PREIS 3 BÄNDE
BAND II UND III: DER HOCHBAU — **20 MARK**

In zwei vornehmen Halbleder-Bänden 10 Mark mehr.

Durch Beschluß der Vorstände des Architekten-Vereins und der Vereinigung Berliner Architekten ist der Bezugspreis für das Werk „Berlin und seine Bauten“ 1896 von **60 Mark** auf **20 Mark** für das ungebundene Exemplar herabgesetzt worden, um die Anschaffung dieses wertvollen Werkes weitesten Kreisen zu ermöglichen.

WILHELM ERNST & SOHN, BERLIN W 66 WILHELMSTRASSE 90.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen.

Verlag von **Wilhelm Ernst u. Sohn** in **Berlin W 66**
Wilhelmstraße 90.

Soeben ist erschienen:

Englische Arbeiterwohnungen

Ihre sozialen und gesetzlichen Bedingungen, Geschichte und bauliche Gestaltung

von

Walter Lehwess.

Mit 44 Abbildungen im Text und 5 Tafeln.
100 Seiten gr. 8° geh. **Preis 3 Mark.**
Sonderdruck aus der Zeitschrift für Bauwesen 1904.

Zu beziehen durch die
Gropius'sche Buch- und Kunsthandlung
Berlin W 66 Wilhelmstraße 90.

Verlag von **Wilhelm Ernst u. Sohn** in **Berlin W 66**
Wilhelmstraße 90.

Soeben ist erschienen:

Das neue Stadttheater in Köln

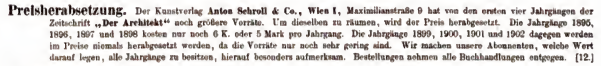
Architekt Regierungs-Baumeister **Karl Moritz** in Köln

Mitgeteilt von
B. Schilling,
Stadtbauinspektor in Köln.

Mit 14 Abbildungen im Text und 8 Tafeln farbig und in Lichtdruck.
Gr. Folio in Mappe. **Preis 15 Mark.**
Sonderdruck aus der Zeitschrift für Bauwesen. 1903.

Vorrätig in der
Gropius'schen Buch- und Kunsthandlung
Berlin W 66 Wilhelmstraße 90.

In diesem Hefte befinden sich folgende Beilagen:


Preisherabsetzung. Der Kunstverlag **Anton Schroll & Co., Wien I,** Maximilianstraße 9 hat von den ersten vier Jahrgängen der Zeitschrift **„Der Architekt“** noch größere Vorräte. Um dieselben zu räumen, wird der Preis herabgesetzt. Die Jahrgänge 1895, 1896, 1897 und 1898 kosten nur noch 6 K. oder 5 Mark pro Jahrgang. Die Jahrgänge 1899, 1900, 1901 und 1902 dagegen werden im Preise niemals herabgesetzt werden, da die Vorräte nur noch sehr gering sind. Wir machen unsere Abonnenten, welche Wert darauf legen, alle Jahrgänge zu besitzen, hierauf besonders aufmerksam. Bestellungen nehmen alle Buchhandlungen entgegen. [12.]

H. Hammelrath & Co. G. m. b. H. **Köln a. R.,** betr.: Haus-Wasserversorgungs-Anlagen für Villen, Landhäuser, Gärtnereien, Hôtels usw., sowie für alle Ortschaften, welche keine allgemeine Wasserleitung haben. Wasserfilter. [13.]

R. Wolf, Magdeburg-Buckau, betr.: Wolf'sche Lokomobilen gegen Sauggas-Anlagen. Vergleich der Anschaffungs- und Betriebskosten. [14.]

Friedr. Siemens, Fabrik patent. Beleuchtungs- und Heizapparate, **Dresden-A.,** Nossenerstr. 1, betr.: Siemens' Gasfernzünder mittels Druckluft für Straßenlaternen, sowie für Fabrik- und Saal-Beleuchtung. [15.]

Actien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation, Photographische Abteilung, **Berlin S.O. 36,** Jordanstr., betr.: Photographische „Agfa“-Artikel. Agfa-Handbuch. „Isolar“-Trockenplatten usw. [16.]

Rud. Otto Meyer G. m. b. H. **Eisenwerk, Mannheim,** betr.: Strebels Original-Gegenstrom-Gliederkessel; bester Kessel für Zentralheizung. [17.]

Camera-Großvertrieb „Union“ Hugo Stöckig & Co., Dresden A. 16, betr.: Die Camera der Zukunft. Photographische Apparate „Union“ mit und ohne Ausrüstung. [18.]

JAHRGANG LIV. 1904. HEFT IV BIS VI.

Landhaus Nölle in der Kolonie Grunewald bei Berlin.

Architekten Solf und Wichards in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 19 u. 20 im Atlas.)

Wer die Villenkolonie Grunewald durchwandert oder durchfährt, um auf dem kürzesten Wege von Halensee aus in den eigentlichen Grunewald zu gelangen, dem kommen gerade die architektonisch bedeutendsten und am reizvollsten dem köstlichen Wein, dem die beiden genannten Straßen ihre Namen, wohl nicht durch Zufall, verdanken. Die Südgrenze bildet der stille, im Grün gebettete Dianasee, an dessen Ufer ein Bootshäuschen mit darüber gelegener Veranda errichtet ist,

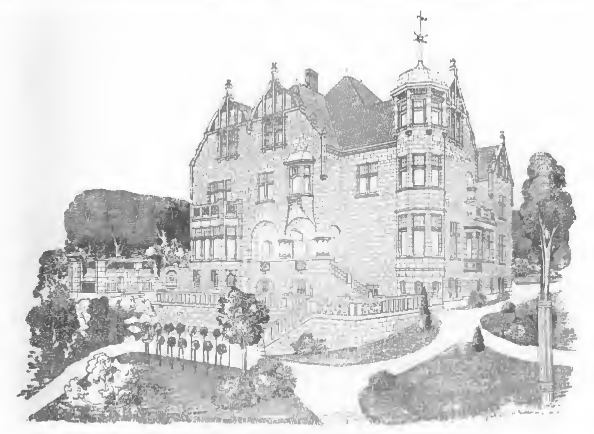


Abb. 1. Ansicht von der Seeseite.

gelegenen Landhäuser kaum zu Gesicht, sie liegen abseits in ruhigen Nebenstraßen oder sie wenden ihre Schauseiten der kleinen Seenkette zu, deren stiller Wasserspiegel tief unter dem Straßenpflaster liegt und deren Reize durch die Kunst des Gärtners zu noch farbigerer Wirkung gelangt sind. Die sanft ansteigenden Ufer zeigen noch den alten, wenig gelichteten Kiefernbestand. Das Landhaus Nölle hat solch eine bevorzugte Lage. Die Winklerstraße im Norden, an der der Hauptzugang liegt, und der „Hasensprung" an seiner östlichen Breitseite begrenzen das Grundstück nach der Straße. Die Lage entspricht von der man einen entzückenden Blick über den langgestreckten Wasserlauf genießt (vgl. Text-Abb. 1). Kostbar wie das Grundstück und seine Lage, ist auch die Bauweise und der Baustoff, in den die Architekten in bewährter Meisterschaft das Haus gekleidet haben dank dem Schönheits- und Kunstsinn des Bauherrn. Das Gelände fällt von der Winklerstraße nach dem See zu stark ab. Seine Lage, Bodengestaltung und der vorhandene Baumbestand wiesen für den Platz des Hauses auf die westliche Ecke des Grundstückes, welche außerdem den schönsten Ausblick auf die Umgebung von

Norden über Osten bis nach Süden hin gestattet. Das Haus ist in dieser Ecke parallel zur Straße und parallel zur westlichen Nachbargrenze errichtet worden. Seine Entfernung von der Straße beträgt 19 m und von der Nachbargrenze 8 m (vgl. Lageplan Text-Abb. 5). Auf dem Grundstück ist ferner in dessen südlicher Ecke nahe dem Seeufer ein Maschinenhaus

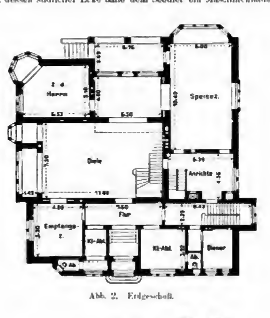


Abb. 2. Erdgeschoß.

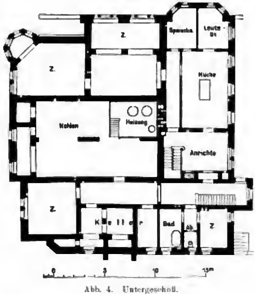


Abb. 4. Untergeschoß.

untergebracht (vgl. Text-Abb. 8 S. 209), dessen Untergeschoß die Anlage zur Erzeugung des elektrischen Lichtes enthält. Darüber liegt der zugehörige Akkumulatorenraum. Die östliche Ecke des Dianasees beherrscht das schon erwähnte Bootshaus mit darüber gelegener bedeckter Halle (Text-Abb. 9 bis 11 S. 211).

Das Landhaus enthält im Erdgeschoß Wohn- und Gesellschaftsräume, im Obergeschoß die Schlafzimmer der Familie und im Dachgeschoß einige Fremdenzimmer. Die Küchenräume liegen im Untergeschoß nach einem Wirtschaftshof an der Nachbargrenze. Die Wirtschaftstreppe vermittelt von hier den Verkehr mit den im Erdgeschoß liegenden Wirtschaftsräumen, die die westliche Ecke des Hauses einnehmen. Die Haupttreppe für den inneren Verkehr liegt in der Diele

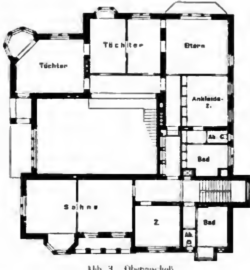
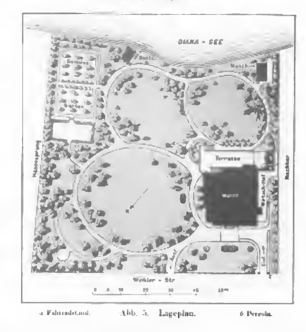


Abb. 3. Obergeschoß.



a Fahrradstand. Abb. 5. Lageplan. b Pergola.

(vgl. Text-Abb. 2, 3 u. 6). Zwei Zugänge führen vom Garteneingang an der Winklerstraße zum Haus. Der Haupteingang mit der Vorfahrt nimmt ungefähr die Mitte der Front an der Winklerstraße ein. Der Wirtschaftseingang führt vom Hof her in das Nebentreppenhaus.

Vom Haupteingang gelangt man über einige Stufen in den quer gelegten Vorraum, nach dem sich beiderseits für Herren und Damen getrennt Kleiderablagen öffnen. Beide

Kleiderablagen haben einen besonderen Abort. Flur und Kleiderablagen sind fast weiß gehalten, so daß eine sehr gute Tagesbeleuchtung gewährleistet ist. Der untere Teil der Wände des Vorraumes ist mit weißlackiertem Holzpaneel bekleidet, dessen Fries mit Füllungen aus gelblichen Fliesen verziert ist. Die Decke bildet ein Kreuzgewölbe mit wenig angetragenen Stuckverzierungen.



Abb. 6. Blick in die Diele.

In äußerst wirksamem Gegensatz zu den räumlichen Abmessungen, zur architektonischen Ausstattung und zur Farbengebung des Flurs wirkt die große Wohndiele, in die eine in der Achse des Haupteinganges liegende Türöffnung einen umfassenden Einblick gewährt (Text-Abb. 6). Mit der stattlichen Grundfläche von 11,80 zu 7,50 m Seite reicht sie noch durch das erste Geschoß. Ihren Hauptreiz bilden die angegliederten niedriger gehaltenen Räume an der Süd- und Ostseite, durch deren fast ganz geöffnete Außenwände sich entzückende Blicke in die prächtige Umgebung bieten. Im Verein mit dem hochgelegenen Fenster über dem großen Erker spenden diese großen Erkerfenster der Diele ein reichliches Licht und geben ihr ein äußerst wohnliches Gepräge. Der kleine, für die Dame des Hauses bestimmte Erker an der Nordostecke mit polygonalem Ausbau ist besonders wohnlich ausgebildet. Nach Süden öffnet sich die Diele nach einem eingeschossigen Raume, der den Durchgang zum Altan und zur Gartenterrasse bildet. Dieser Raum, der jetzt ein Billard aufnimmt, dient zugleich als Zugang zum Zimmer des Herrn an der Ostseite und zum Speisezimmer an der Westseite. Innerhalb der Diele führt die Haupttreppe zu einer vorgekragten, holzbekleideten Galerie (Text-Abb. 6), an welche sich der Hauptflur des oberen Geschosses, sowie einige Räume desselben anschließen. Die Wandtäfelung der Diele, die Treppe und die Galerie des oberen Geschosses sind aus Eichenholz hergestellt, die Balkendecke aus dunkelgebeiztem Kiefernholz. Der obere Teil der Wände ist mit Stoff bespannt. Zwei Kamine heizen die Diele. Ein großer bildet den Hauptschmuck an der Nordwand (Text-Abb. 7); er ist mit Fliesen, Marmor und Holz umkleidet und reicht mit seinem gemauerten und mit Stuck verzierten Mantel bis zur Decke. Ein kleiner Kamin mit Fliesen- und Holzbekleidung liegt in einer Nische unter der Treppe. — Das Speisezimmer kommt der Diele an Flächeninhalt fast gleich. Seine südliche Schmalseite ist in ihrer ganzen Breite mit einem Erker abgeschlossen, so daß man auch von hier aus einen umfassenden Blick in den Park und auf das jenseitige Ufer des Dianasees hat. Dunkles Eichenholzgetäfel der Wände und eine Kassettendecke in weißem Stuck geben

diesem Raume das bezeichnende Gepräge. Das gegenüberliegende Zimmer des Herrn ist mit einer Wandverkleidung von Mahagoniholz ausgestattet, ebenso das unmittelbar am Eingangsflur liegende Empfangszimmer, das mit der Diele durch eine Schiebetür in Verbindung steht. Der dem Zimmer des Herrn an der Ostecke vorgelegte Erker ist seiner vorzüglichen Aussicht wegen in allen Geschossen, auch im Dachgeschosse, wiederholt. Im Äußern hat dieser Erker (vgl. Abb. 1 Bl. 19 und Abb. 1 Bl. 20) eine bevorzugte Ausbildung erfahren, so daß er im Verein mit dem angrenzenden und mit ihm verwachsenen Giebel der Ostfront als besonderer Schmuck des Gebäudes erscheint.

Die westliche Ecke des Erdgeschosses (Text-Abb. 2 und 4) bildet gewissermaßen den wirtschaftlichen Mittelpunkt. Hier liegt das Anrichtezimmer in unmittelbarer Verbindung mit Speisezimmer, Diele, Treppenflur und dem darunterliegenden zweiten, an die Küche anschließenden Anrichteraum. Hier liegt die Nebentreppe, welche vom Untergeschoß bis zum Dachboden führt und gegen die Wohnräume durch Glastüren abgeschlossen ist. Hier liegt auch ein Warenaufzug vom Weinkeller bis zum Dachboden und in der westlichen Ecke das Dienerzimmer, von welchem die äußeren Eingänge leicht zu übersehen und die inneren leicht zu erreichen sind. Im Obergeschosse (Text-Abb. 3) schließen sich an die nach der Diele geöffnete Galerie, in welche die Dielentreppe mündet, und an den die Diele umziehenden Flurgang die Wohn- und Schlafzimmer der Töchter, das Schlafzimmer der Eltern an der Südecke, das dazugehörige Ankleidezimmer mit Abort und Badezimmer an der Südwestseite. Jenseit der Nebentreppe liegt für die Kinder ein zweites Badezimmer mit Abort. An der Straßenseite sind drei geräumige Schlaf- und Wohnzimmer für die Söhne untergebracht. Die zwischen Ankleide- und Badezimmer der Eltern und dem Flurgang gelegene Wand ist in ihrer ganzen Länge zu Schränken jeder Art ausgenutzt worden, darunter auch eine mit Metall bekleidete Pelzkammer. Die Wohnzimmer der Söhne und Töchter und das Schlafzimmer der Eltern stehen mit offenen Balkons und überdeckten Hallen in Verbindung.

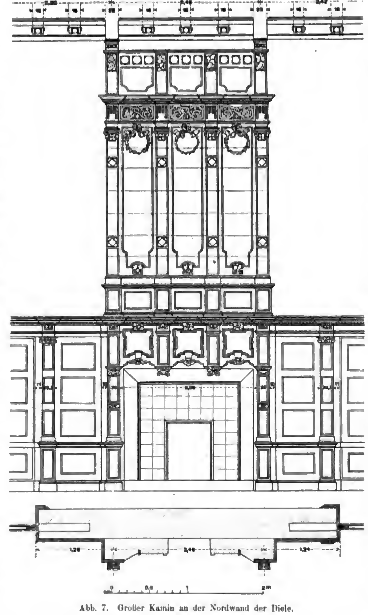


Abb. 7. Großer Kamin an der Nordwand der Diele.

Im teilweise ausgebauten Dachgeschoß liegt unmittelbar neben der Treppe die Waschküche, welche mit den unteren Geschossen durch den Aufzug verbunden ist. In den Giebeln und Türmen, insbesondere der Seeseite, sind dann noch einzelne Zimmer teils als Fremdenzimmer, teils auch für das Hauspersonal ausgebaut worden. Im Untergeschoß (Text-Abb. 4) folgen auf das an der Wirtschaftstreppe gelegene Anrichtezimmer längs dem Hofe die große Küche, eine Leutestube und zwei weitere Zimmer. Ein besonderes Badezimmer und Abort für die Dienerschaft liegt an der Straßenseite. Zwei Kessel für die Sammelheizung und ein kleiner für die Warmwasser-Hausleitung sind im Kohlenkeller in der Mitte des Hauses unterhalb der Diele in einem besonders vertieften Raum untergebracht worden. Unter dem Anrichteraum und einem Teil der Küche liegt ein Weinkeller. Wie der Lageplan Text-Abb. 5 zeigt, ist dem Gebäude an der Seeseite eine geräumige Terrasse vorgelagert, die in ihrer Tiefenlage dem fallenden Gelände angepaßt ist. Die von ihr einesteils zum Erdgeschoß des Gebäudes und andernteils zum Park führenden Treppen sind zweckmäßig so an-

geordnet, daß eine Verringerung der nutzbaren Grundfläche nicht erfolgt ist, wie das so oft der Fall ist bei symmetrisch und axial angelegten Freitreppen. Zum Abschluß der Terrasse nach dem Wirtschaftshof ist eine Pergola (*b* in Text-Abb. 5) und ein Fahrradstand (*a*) in entsprechender architektonischer Ausbildung an der Südwestseite der Terrasse errichtet.

Die Geschoßhöhen betragen, von Oberkante zu Oberkante Fußboden berechnet, im Untergeschoß 2,88 m, im Erdgeschoß 4,42 m und im ersten Obergeschoß 4,08 m. Alle Fassaden sind in Werkstein ausgeführt und zwar in bewegter Umrißlinie mit Giebeln, Erkern und Dachaufbauten. Nur die nach dem Nachbar gerichtete Front ist einfacher behandelt. Der Stein für die Verblendung und für die Architekturteile ist aus Oberdorla bei Mühlhausen in Thüringen bezogen worden. Es ist derselbe schöne Muschelkalk, der bei der Voßstraßenfront des Messelschen Warenhauses Wertheim in Berlin verwendet worden ist. Die Farbe und das Gefüge dieses Steines, der bei der Verblendung die natürliche Bruchfläche zeigt, kommt auch hier dank der gewählten Architekturformen und im Verein mit dem moosgrün glasierten Ziegeldach und dem Kupfer der Klempnerarbeiten zu schönster Wirkung. Sämtliche Stockwerksdecken sind massiv in Kleines Bauart hergestellt. Um das Durchscheinen der Träger zu vermeiden, sind aber in den besseren Räumen unterhalb der massiven Decken teils Drahtputzdecken, teils gerohrte und geputzte Schaldecken gespannt worden. In den Gesellschaftsräumen liegt Parkett- und Stabfußboden, sonst ist überall Linoleum auf Gipsestrich als Fußboden verwendet worden.

Die Erwärmung des Hauses erfolgt, wie bereits erwähnt, durch eine Warmwasser-Niederdruckheizung. Außer in den vier Gesellschafträumen des Erdgeschosses sind als Heizkörper überall frei sichtbare Radiatoren verwendet worden. Die elektrische Beleuchtung wird, wie schon vorhin erwähnt, durch eine eigene Anlage besorgt. Die vom Keller aus betriebene Warmwasserbereitungsanlage versorgt Küche und sämtliche Badezimmer und Waschtische.

In Text-Abb. 12 ist ein Teil des Einfahrttores, der Gittertür und des geschmiedeten Gitters zur Darstellung gebracht, das das Grundstück nach der Winklerstraße abschließt.

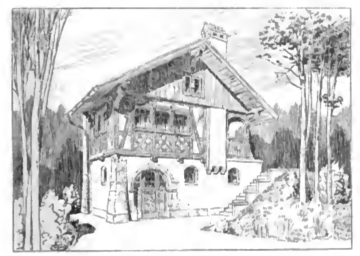


Abb. 8. Maschinenhaus.

Die Kosten des Hauptgebäudes belaufen sich auf 568 ℳ für 1 qm bebauter Fläche oder 41,35 ℳ für 1 cbm umbauten Raumes. Da es von Interesse sein dürfte, wie sich das Verhältnis der Kosten der Einzelarbeiten zu den Gesamtbaukosten gestellt hat, so ist die von den ausführenden Architekten aufgestellte Nachweisung nachfolgend abgedruckt:

Tit.	I.	Erdarbeiten		0,20 vH.
„	II.	Maurerarbeiten einschl. Material		21,00 „
„	III.	Asphaltarbeiten		0,20 „
„	IV.	Steinmetzarbeiten		24,60 „
„	V.	Zimmerarbeiten		3,70 „
„	VI.	Staakerarbeiten		0,39 „
„	VII.	Schmiede- und Eisenarbeiten		3,70 „
„	VIII.	Klempnerarbeiten		1,65 „
„	IX.	Dachdeckerarbeiten		1,60 „
„	X.	Terrazzo-, Fliesen-, Estrich- und Linoleumarbeiten		2,80 „
„	XI.	Tischlerarbeiten		16,50 „
„	XII.	Schlosserarbeiten		3,50 „
„	XIII.	Glaserarbeiten		1,70 „
„	XIV.	Anstreicher- und Malerarbeiten		4,00 „
„	XV.	Tapezierarbeiten		1,05 „
„	XVI.	Stuckarbeiten		1,70 „
„	XVII.	Zentralheizung		4,50 „
„	XVIII.	Ofenarbeiten		1,00 „
„	XIX.	Ent- und Bewässerung	3,71	
		Elektrische Beleuchtung (ausschließl. der Maschinenanlagen)	1,84 =	5,55 „
„	XX.	Insgemein:		
		Blitzableiter	0,17	
		Klingelleitung	0,23	
		Speisenaufzug	0,21	
		Verschiedenes	0,05 =	0,66 „
			Zusammen	100,00 vH.

Ferner sei noch mitgeteilt, daß die Kosten der Sammelheizanlage für 1 cbm heizbaren Raum rund 3,50 ℳ betragen haben. Für Stemmarbeiten usw. zur Ent- und Bewässerung sowie Warmwasserbereitungsanlage waren 10 vH. der Anlagekosten nötig, während die Stemmarbeiten usw. für die Sammelheizanlage 4,5 vH. der Anlagekosten betrugen. Die elektrische Lichtanlage hat 42,4 vH. der Anlagekosten erfordert und die Stemmarbeiten zur Anlage des Speisenaufzuges 30 vH. der Anlagekosten. Für die Terrasse sind 140 ℳ und für die Pergola 18,80 ℳ für 1 qm Fläche verausgabt worden. Die Gesamtkosten des Bootshauses beliefen sich auf rd. 7000 ℳ, das ergibt bei 24,6 qm für 1 qm bebauter Fläche 280 ℳ. Die Gesamtkosten für das Maschinenhaus haben die gleiche Summe von 7000 ℳ erfordert, bei 31 qm bebauter Fläche ergaben sich die Kosten für 1 qm auf 226 ℳ. Die Kosten für die Umwehrung an der Winklerstraße (vgl. Text-Abb. 12)

erforderten für 1 m Länge 80,60 *M*. — Die Bauarbeiten sind im Frühjahr 1901 begonnen und im Sommer 1902 beendet worden. Die Bauführung lag in den Händen des Architekten Trykowski. Die Modelle zu den Bildhauerarbeiten der Fassade sind von H. Giesecke, die inneren Antragarbeiten von Thiele u. Tschinkel. Die Malerarbeiten im Innern besorgte N. J. Bodenstein und die farbigen Glasfenster Josef Scherer. An der Ausführung waren ferner beteiligt: Held u. Francke mit den Rohbauarbeiten, Hofsteinmetzmeister Karl Schilling mit den Werksteinarbeiten, A. Christoph mit den Dachdeckerarbeiten. Kimbel u. Friedrichsen lieferten die Tischlerarbeiten für die Diele und G. u. H. Schütze die übrigen Tischlerarbeiten. A. L. Benecke und Karl Brömstrup waren die Schlosserarbeiten übertragen und Methling u. Gleichauf, sowie Bauer u. Gleichauf die Kunstschmiedearbeiten. Mit den Fliesen- und Linoleumarbeiten war N. Rosenfeld u. Ko. betraut. Die Zentralheizung ist von Rietschel u. Henneberg ausgeführt, die Be- und Entwässerungsanlage, sowie die Warmwasserbereitung von J. C. L. Seelmeyer und die elektrische Anlage von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft. Die Anlage des Gartens ist durch Robert Müller besorgt worden. Alle vorgenannten Unternehmer und Firmen haben ihren Wohnsitz in Berlin.

Abb. 9. Ansicht.

Abb. 10. Querschnitt.

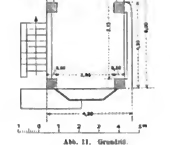


Abb. 11. Grundriß.

Abb. 9 bis 11. Bootshäuschen am Dianasee.

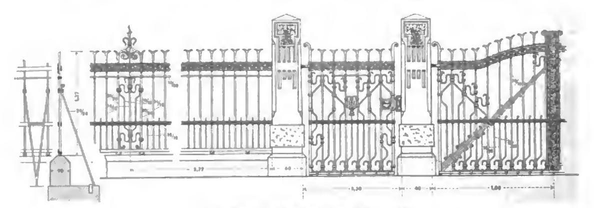


Abb. 12. Gitter und Einfahrttor an der Winklerstraße.

Um- und Erweiterungsbau des Empfangsgebäudes auf dem Stettiner Bahnhof in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 21 bis 23 im Atlas.)



Abb. 1. Bronzekopf des großen Kamins in der Nordwand des Wartesaals II. Klasse.

In dem Aufsatz: „Die Entwicklung der Eisenbahnanlagen im Norden von Berlin seit dem Jahre 1890" vom Regierungs- und Baurat Bathmann im Jahrgang 1903 dieser Zeitschrift sind die Gründe entwickelt, welche zu einer Vergrößerung des Stettiner Bahnhofes in Berlin drängten und eine Erweiterung seines Empfangsgebäudes notwendig machten. Die Ausführung dieser letzteren, die in zwei zeitlich getrennten Abschnitten erfolgte, soll in den nachstehenden Zeilen erläutert werden.

Zunächst erfolgte im Laufe des Jahres 1897 eine Hebung der Bahnsteige innerhalb der Einfahrthalle im Zusammenhang mit der schienenfreien Unterführung der Liesenstraße (vgl. Abb. 1 u. 2 Bl. 35 u. 36 im vorigen Jahrg. d. Zeitschr.). Die Verteilung der Räume des Gebäudes sowie ihre Lage und Zweckbestimmung blieb aber trotzdem in der Hauptsache unverändert die gleiche wie bisher, nur mußten Treppen angeordnet werden, um die in bezug auf die Höhenlage der Bahnsteige eingetretene Veränderung auszugleichen. Die als Zugang von der Vorhalle zu dem neuen Kopfbahnsteig erforderliche Treppe konnte nicht in der Achse der Halle angelegt werden, da sie hier die Gepäckannahmestelle zerschnitten hätte: sie wurde daher seitlich nach Osten verschoben (Text-Abb. 4). In dem westlichen Flügel wurde eine 7 m breite Ausgangstreppe eingebaut, die unmittelbar vom Kopfbahnsteig an der Gepäckausgabe vorüber auf die Straße und zu dem Droschkenhalteplatz führt.

Wesentlicher war jedoch die Veränderung, welcher die Fahrkartenverkaufs- und Gepäckabfertigungsräume unterzogen wurden. Zwar verblieb die Gepäckannahmestelle unverändert in der Vorhalle, dem Eingang gegenüber, aber die Beförderung der Gepäckstücke zu den Aufzügen für die auf den Abfahrtgleisen bereit stehenden Gepäckwagen konnte nunmehr in Tunneln erfolgen, die unter den hochgelegten Bahnsteigen ausgebaut wurden, so daß von letzteren selbst der nicht nur für die Reisenden unbequeme, sondern auch teilweis mit Gefahren verbundene Verkehr der hochbeladenen Gepäckkarren verschwand.

Gleichwie diese Umgestaltung der Gepäckbeförderung durch den gegen die Zeit der Erbauung des Empfangsgebäudes (1876) gewaltig angewachsenen Verkehr bedingt wurde, hatte sich im Laufe der Jahre auch die ursprünglich für den Fahrkartenverkauf vorgesehene Schalteranzahl als unzulänglich erwiesen. Wohl war versucht worden, durch Aufstellung von Aushilfschaltern dem vermehrten Andrange zu genügen, doch hatte dadurch die gesamte Anlage ihre Übersichtlichkeit eingebüßt. Bei dem Umbau wurde nunmehr die auf zehn Verkaufsstellen vergrößerte Schalteranzahl zusammengefaßt und in zwei nach den Hauptverkehrsrichtungen getrennte Gruppen an der Südseite der Vorhalle zu beiden Seiten des Eingangs und des demselben vorgebauten Windfangraumes angeordnet. Diese Arbeiten, die im Frühjahr 1898 fertiggestellt waren, beendeten den ersten Teil der Umgestaltung



Abb. 2. Hauptansicht von Süden.

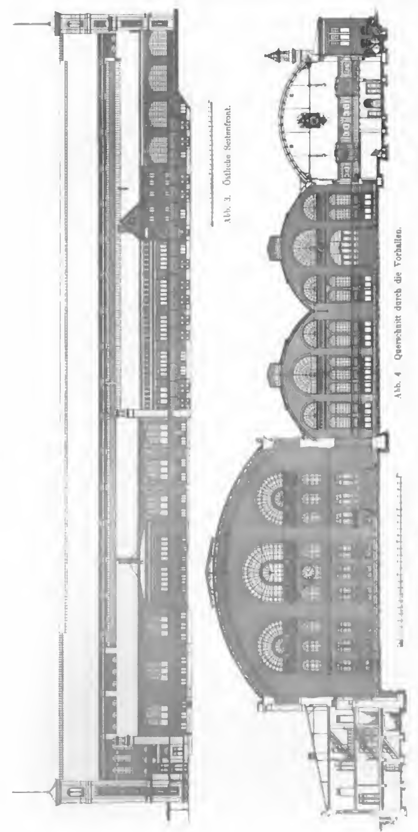


Abb. 3. Östliche Seitenfront.

Abb. 4 Querschnitt durch die Vorhallen.

des Empfangsgebäudes. Es schloß sich hieran die Bearbeitung des Entwurfes für seine Vergrößerung zur Aufnahme von acht dem Fernverkehr dienenden Personengleisen, da die bestehenden vier Gleise für den stetig zunehmenden Sommer-Reiseverkehr zu den Ostseebädern nicht mehr ausreichten.

Ein Blick auf die in Abb. 1 u. 2 auf Bl. 35 u. 36 im vorigen Jahrg. d. Zeitschr. nebeneinander gestellten Lagepläne des Empfangsgebäudes vor und nach dem Umbau zeigt den Umfang der Erweiterung, die einer Verdopplung der Anlage gleichkommt.

Bei der Aufstellung des Entwurfes für die Umgestaltung war der leitende Gedanke, den vorhandenen Bau möglichst zu erhalten. So ist denn der westliche Flügel, der Kopfbau und die Einfahrthalle bestehen geblieben, der Ostflügel dagegen mußte fallen, um für die vier neuen Gleise Platz zu gewinnen. Östlich von diesen erstreckt sich nun der neue zweigeschossige Gebäudeflügel; das Obergeschoß, in Höhe der Bahnsteige (vgl. Abb. 2 Bl. 37 im vorigen Jahrg. d. Zeitschr.), enthält in seinem nördlichen Teil neben den notwendigen Dienst- und Aborträumen die Dienstwohnung für den Stationsvorsteher, während der verbleibende Teil von den Wartesälen eingenommen wird. Diese letzteren liegen neben dem Kopfbahnsteig, den man von der neuen Vorhalle mittels einer besonderen Zugangstreppe erreicht (Text-Abb. 4 u. 6). Auch in dieser neuen Vorhalle, die sich an die bestehende Eingangshalle anschließt (vgl. Abb. 5 Bl. 38 im vorigen Jahrg. d. Zeitschr.), ist wieder an der Nordseite die Gepäckannahme angeordnet mit Zugangstüren zu den Gepäcktunneln, und wieder sind an der Südseite die Fahrkartenverkaufschalter zu beiden Seiten des Eingangs und des Windfanges vorgesehen. Zwischen den neuen und den 1897 eingerichteten Schaltern liegt die Abortanlage, die schon im alten Bau vorhanden war und, nur etwas umgeändert, erhalten geblieben ist. Eine weitere Abortanlage ist in einem hölzernen Aufbau auf dem neuen Kopfbahnsteig untergebracht worden. Hier haben auch die Waschräume ihren Platz gefunden.

Das Sockelgeschoß des neuen Seitenflügels enthält in seiner Nordhälfte die umfangreichen Räume des Bahnpostamtes, die durch ausgedehnte Tunnelanlagen mit den zu den Bahnsteigen führenden Aufzügen verbunden sind; im südlichen, neben der Vorhalle belegenen Teil sind einige Diensträume für die Gepäckabfertigung und die Handgepäckannahme, die Wohnung des Bahnhofswirtes, sowie die Küchen und die sonstigen Räume für den Betrieb der Wirtschaft angeordnet. Ein doppelter Speiseaufzug und eine besondere



Abb. 5. Wartesaal II. Klasse.

Treppe stellen die erforderliche Verbindung mit der neben den beiden großen Wartesälen gelegenen Anrichte und dem Geschäftszimmer des Wirtes her.

Text-Abb. 2 und 3 zeigen die äußere Ansicht des Baues nach seiner Fertigstellung. Entsprechend der einfachen Architektur des alten Empfangsgebäudes in gelbroten Verblendziegeln unter teilweiser Verwendung von Werkstein ist auch der Erweiterungsbau in gleicher Weise in ruhigen einfachen Formen ausgebildet worden. An die große Einfahrthalle schließen sich drei neue Hallen an, die niedriger gehalten wurden, um der alten Halle ihr seitliches Hochlicht zu bewahren. Während die beiden ersten der neuen Hallen die vier Gleise mit ihren Bahnsteigen überdecken, nimmt die dritte die Wartesäle III./IV. Klasse und II. Klasse auf, deren Dachkonstruktion ebenso wie die der Bahnsteighallen mit gebogenen I-Trägern ausgeführt ist. Auf diesen nach einer Kreislinie gekrümmten, als Binder dienenden I-Trägern ruhen die eisernen Fetten, an denen die Dachschalung mit dem Doppelpappdach befestigt ist, und an denen frei — um nicht den Bewegungen des Eisens folgen zu müssen — die Decken der Wartesäle angehängt sind. Der Wartesaal III./IV. Klasse hat eine einfach profilierte Holzdecke erhalten, die in ihrer Gliederung die Lage der Binder und Fetten spiegelt (Abb. 1 Bl. 21). Als Schmuckpunkte sind die Anfänger der eisernen Binder-Zugstangen entwickelt (Text-Abb. 10 u. 12), die hier in Holz geschnitzt wurden, während die Ausbildung der Zugstangenanfänger in den Bahnsteighallen selbst, abweichend von der üblichen Art, nicht als Zinkverkleidung, sondern in Schmiedeeisen durchgeführt ist (Text-Abb. 11).



Abb. 6. Teil der Haupteintrittshalle.

Der Wartesaal III./IV. Klasse ist in seiner Gesamtausbildung mit seinem hohen Paneel in Kiefernholz und einem leichten aufschablonierten Wandfries unterhalb des Deckenanschlusses sehr einfach gehalten. Außer den Fenstern der Südseite, die in farbiger Bleiverglasung das preußische Wappen zeigen, umgeben von den Wappen der Provinzen Brandenburg und Pommern und ihrer Hauptstädte Berlin und Stettin, trägt nur noch die Uhr an der Nordwand (Text-Abb. 13) zu

der Ausschmückung des Wartesaales bei. Die Umrahmung dieser Uhr ist in angetragenem Stuck ausgeführt, das Zifferblatt besteht aus Linoleum; Reifen, Zeiger und Ziffern aus Bronze. Das gesamte Holzwerk des Saales ist braun lasiert, die Wände haben einen Anstrich in steingrauer Leimfarbe erhalten.

Der Wartesaal II. Klasse ist reicher ausgestattet (Abb. 1 u. 2 Bl. 22 und Text-Abb. 5), Decken und Wände sind mit angetragenem Stuck verziert. Die Umrahmungen der Kamine sowie der Türen zu dem Wartesaal I. Klasse und dem Damenzimmer bestehen aus gelblich-grauem Marmor, sogen. sardinischem Granit (Text-Abb. 8 u. 9). Der große Kamin der Nordwand ist mit Bronzeköpfen (Text-Abb. 1) geschmückt. Den Sockel des Raumes umzieht in Fensterbrüstungshöhe ein Paneel aus halbpoliertem Rüsternholz; die Wandflächen sind leicht grünlich getönt, während die Architekturglieder gelblich-weiß gehalten und teilweise vergoldet sind. Die großen Fenster der Nordwand sind in reicher Bleiverglasung in zarten Tönen ausgeführt. Ein Hauptschmuckstück auch dieses Wartesaales bildet an der Südwand wieder die Uhr mit ihrer Umrahmung (Abb. 1 Bl. 22). Sie wird gekrönt von einem Kopf auf Goldstrahlen, das Licht darstellend, umgeben von einer sich in den Schwanz beißenden Schlange als Sinnbild der Ewigkeit. Zu den Seiten stehen zwei Figuren, der Morgen und der Abend, und unterhalb der Uhr ruht Saturn mit der Sichel. Die Pfeilervorlagen des Saales sind mit den Geräten



Abb. 7. Pfeiler der Nordwand im Wartesaal II. Klasse.



Abb. 8. Tür im Wartesaal II. Klasse.



Abb. 9. Kamin der Südwand im Wartesaal II. Klasse.


Abb. 10. Wartesaal III. u. IV. Klasse


Abb. 11. Bahnsteighalle.


Abb. 12. Wartesaal III. u. IV. Klasse

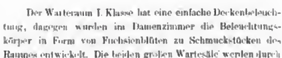
Abb. 10 bis 12. Zugstangen-Anfänger.

und Zeichen der Landwirtschaft, des Großgewerbes und der Gewerke geschmückt (Text-Abb. 5 u. 7).

Beide Wartesäle haben erhebliche Abmessungen. Während der Wartesaal II. Klasse 518,12 qm Grundfläche hat, erreicht der Wartesaal III./IV. Klasse 643,12 qm. Zum Vergleich seien die Größen der Wartesäle des Empfangsgebäudes auf dem Bahnhof in Frankfurt a. M. mit je 319,79 qm, des Sitzungssaales im Reichstagsgebäude mit rd. 616 qm, des Festsaales im zoologischen Garten in Berlin mit rd. 575 qm, des Rathaussaales in Berlin mit rd. 542 qm und des Weißen Saales im Königlichen Schlosse in Berlin mit rd. 507 qm angeführt.

An den Wartesaal II. Klasse schließen sich nach Norden der Warteraum I. Klasse und das Damenzimmer an. Beide Räume sollen, da besondere Fürstenzimmer in dem neuen Flügel nicht vorgesehen sind, im Bedarfsfalle als solche dienen; dementsprechend ist ihre Ausstattung etwas reicher als sonst wohl üblich. Abb. 2 Bl. 21 zeigt den Warteraum I. Klasse mit seiner Decke aus poliertem Nußbaumholz mit Einlagen von Vogelaugenahorn und seinem nußbaumenen Paneel. Das Damenzimmer (Blatt 23) hat eine Decke in angetragenem Stuck in zarter Profilierung erhalten, während das Paneel hier in Mahagoniholz ausgeführt wurde. Die Formen der Möbel sind beiden Räumen angepaßt und wie die Paneele in Nußbaum und Mahagoni ausgeführt.


Abb. 13. Uhr im Wartesaal III./IV. Klasse.


Der Warteraum I. Klasse hat eine einfache Deckenbeleuchtung, dagegen wurden im Damenzimmer die Beleuchtungskörper in Form von Fuchsienblüten zu Schmuckstücken des Raumes entwickelt. Die beiden großen Wartesäle werden durch je sechs bronzene Bogenlampen beleuchtet. Elektrisches Licht ist durchgängig zur Anwendung gekommen; von der Anlage einer Ersatzbeleuchtung durch Gaslicht wurde Abstand genommen. Erwärmt werden sämtliche Räume durch eine Dampfheizungsanlage, die an das westlich neben dem Empfangsgebäude gelegene Kraftwerk angeschlossen ist. Der hier entnommene hochgespannte Dampf wird in den Gepäcktunneln zu dem neuen Flügel geführt, auf diesem Wege gleichzeitig die Leitungen speisend, die zur Vorwärmung der auf den Hallengleisen aufgestellten Züge vorgesehen sind. Vor Eintritt in den neuen Ostflügel wird durch Ventile die Spannung des Dampfes herabgemindert. Die Anlage im Gebäude selbst ist, abgesehen von den Postpackkammern, welche Mitteldruckdampfheizung erhalten haben, als Niederdruckdampfheizung in der üblichen Weise ausgebildet.

Die Ausführung des Erweiterungsbaues, die im März 1900 begann, gestaltete sich sehr schwierig, da der umfangreiche Bahnpostbetrieb nicht unterbrochen werden durfte. Zunächst mußten die neuen Postdiensträume hergestellt werden. Nachdem diese im Februar 1901 in Benutzung genommen waren,

konnte mit der Ausführung des südlichen Teiles des neuen Gebäudeflügels begonnen werden, durch den die bisherige Postzufuhrstraße gesperrt wurde. Die Fertigstellung der neuen Wartesäle fand im Juli 1902 statt, und nunmehr erst war es möglich, den bestehenden Ostflügel mit den bisherigen Wartesälen abzubrechen, die neuen Bahnsteighallen und den Kopfbau, sowie die unter den Bahnsteigen sich hinziehenden Tunnelanlagen aufzuführen und die zur Verbindung der alten und der neuen Anlage erforderlichen großen Durchbrüche in der bestehen bleibenden Ostwand der alten Einfahrthalle herzustellen. Ende März 1903 waren die Arbeiten beendet. Die Baukosten für den gesamten Umbau des Gebäudes haben 1310000 ℳ betragen.

Nachstehend seien noch diejenigen Firmen aufgeführt, denen wesentliche Teile der Ausführung übertragen waren. Die Erd-, Maurer- und Zimmerarbeiten lagen in Händen der Firma Streubel, Berlin; die Decke des Wartesaales III./IV. Klasse wurde von Pfaff, Berlin, das Paneel daselbst und in den übrigen Räumen von Prächtel, Berlin, die sonstigen Tischlerarbeiten von Emmeluth, Berlin-Rixdorf, ausgeführt. Die Anfertigung der gesamten Antragearbeiten und der Modelle erfolgten durch die Bildhauer Stracke, Meuter und Wollstädter, Berlin, mit Ausnahme der Zugstangenanfänger des Wartesaales III./IV. Klasse, die vom Professor Riegelmann in Charlottenburg modelliert und geschnitzt wurden. Die Marmorarbeiten führte die Aktiengesellschaft Kiefer, Berlin, in ihren Werken in Kielersfelden (Bayern) aus. Die Kunstschmiedearbeiten stellten F. Eisert, Berlin, und P. Maillefert, Berlin, die Bleiverglasungen C. Brandenburg, Inh. Schmidt, Berlin, her. Die Möbel lieferten Pfaff, Berlin, Mowitz, Rathenow a.d.H., und Prächtel, Berlin; letzterer fertigte auch die Modelle zu sämtlichen Möbeln. Mit der Einrichtung der elektrischen Beleuchtungsanlage war die Firma Siemens u. Halske, Berlin, mit der der Heizungsanlage die Aktiengesellschaft J. Haag, Berlin-Augsburg, betraut.

Die Entwurfsbearbeitung erfolgte in der Königlichen Eisenbahndirektion Berlin durch den Unterzeichneten unter der aufeinanderfolgenden Oberleitung des Regierungs- und Baurates Bathmann und des Geheimen Baurates Gantzer, die Feststellung des Entwurfes im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, woselbst unter Oberleitung des Geheimen Baurates und vortragenden Rates Rüdell durch den Landbauinspektor Klingholz auch einzelne Teile des Entwurfs, insbesondere die Durchbildung des Wartesaales II. Klasse und des Damenzimmers, ausgearbeitet wurden. Die Ausführung der Tunnelanlage und der Hallenüberdeckungen wurde durch die Vorstände der Eisenbahn-Betriebsinspektion 6, Berlin, für den ersten Abschnitt des Umbaues durch den Regierungs- und Baurat Bathmann, für den zweiten Abschnitt durch den Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor v. Zabiensky bewirkt, welch letzterem der Regierungs-Bauführer des Eisenbahnbaufaches Blum beigegeben war. Der verbleibende Teil der Ausführung war dem Unterzeichneten übertragen, den nacheinander hierbei die Regierungs-Bauführer des Hochbaufaches Goette, Krieger und Lange unterstützten.

Berlin, Februar 1904. Cornelius, Landbauinspektor.

Englische Arbeiterwohnstätten,

ihre Geschichte und technische Entwicklung.

Vom Regierungs-Bauführer Walter Lehwess.

(Mit Abbildungen auf Blatt 5 bis 9 im Atlas.)

(Schluß.)

2. Stockwerkhäuser.

Im mittleren Teil der großen Städte war der Grund und Boden natürlich zu teuer, um Einzelhäuser, die dem Engländer der besseren Klassen eigentlich als einzig mögliche Art des Wohnens erscheinen, darauf zu bauen, und so wurden schon lange, besonders auf den durch ein Sanierungsentwurf gesäuberten Gebieten, Stockwerkhäuser mit Wohnungen, die eigens den Bedürfnissen der arbeitenden Bevölkerung angepaßt waren, errichtet. In diesen Häusern haben eine Anzahl Wohnungen einen gemeinsamen Zugang von der Straße und eine gemeinsame Treppe, sie unterscheiden sich von gewöhnlichen Miethäusern für Wohlhabendere dadurch, daß sie der Gesundheitsbehörde angemeldet werden müssen und diese eine Aufsicht über sie ausübt; desgleichen erfordern die Lebensgewohnheiten ihrer Bewohner eine strenge Hausordnung und eine gewisse Überwachung durch die Gesellschaft oder die Behörde, der das Haus gehört, zur Durchführung dieser Hausordnung. Die älteren dieser Häuser, wie sie unter andern in London in großer Zahl vom Peabody Trust erbaut sind, entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen in gesundheitlicher und anderer Hinsicht und bieten daher weder vom technischen, noch vom künstlerischen Standpunkt irgend ein Interesse. Im folgenden sind daher nur die neueren Erscheinungen auf diesem Gebiete in Betracht gezogen worden.

Die Größe der einzelnen Wohnungen wechselt zwischen solchen, die nur aus einem Raum bestehen, bis zu größeren von 3, 4 und 5 Räumen. Dazu kommt stets eine Spülküche und ein Abort. Ersparnisrücksichten machen es bisweilen notwendig, diese beiden letztgenannten Räume für den gemeinsamen Gebrauch mehrerer Wohnungen anzulegen; es geschieht aber verhältnismäßig selten, weil es mit der englischen Vorstellung von der Abgeschlossenheit (privacy) der Wohnung nicht vereinbar ist. Man unterscheidet danach selbständige Wohnungen (selfcontained tenements), das sind solche, die alle Reinigungs- und Gesundheitseinrichtungen für sich allein haben, und unselbständige Wohnungen (associated tenements), deren Insassen Spülküche oder Abort oder beides in Gemeinschaft mit andern benutzen. In besseren Häusern finden wir aber nie mehr als höchstens drei Wohnungen zu solcher Gemeinschaft vereinigt. Auf eine eigentliche Küche ist fast in allen Fällen von Arbeiterwohnungen in Stockwerk-



Abb. 5. Gebäudegruppe auf dem Boundary-Street-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

Abb. 6. Gebäudegruppe auf dem Boundary-Street-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

häusern verzichtet; der größte Raum der Wohnung, bei Einzimmerwohnungen der einzige, wird mit einem etwas größeren Kamin ausgestattet, in den nach englischer Sitte eine Art Herd oder auch nur ein Rost über dem offenen Feuer eingebaut ist, und wird als livingroom bezeichnet. Er ist in den Grundrissen Kochstube genannt, weil er als Küche und als Wohnraum zugleich dient. Unerläßlich erscheint dem englischen Gefühl dagegen eine besondere mit einem Ausguß und einem Waschkessel ausgestattete Spülküche, selbst für die kleinsten Verhältnisse, da man es nicht für angängig hält, in demselben Raum zu kochen und Reinigungsarbeiten vorzunehmen. Zum mindesten wird eine Art Alkoven vom Zimmer zu diesem Zweck abgetrennt oder, wie gesagt, eine gemeinsame Spülküche für mehrere Wohnungen angelegt. Die Größe der Kochstube wechselt zwischen 13 und 16 qm, die der Schlafkammern zwischen 8,5 und 10 qm; vereinzelt kommen auch größere Schlafkammern vor, wenn der Grundriß es gerade ergibt. Für die Höhe der Wohnräume ist durch das Baugesetz von 1894 ein Mindestmaß von 2,60 m gefordert, vorher trifft man, selbst bei guten städtischen Bauten, geringere Höhen an; dasselbe Baugesetz fordert eine lichtgebende Fläche der Fenster von einem Zehntel der Zimmergrundfläche, wovon die Hälfte zu öffnen sein muß. (Es handelt sich stets um Schiebefenster.)

Großer Wert wird natürlich darauf gelegt, den Häusern von allen Seiten Licht und Luft in ausreichender Menge zuzuführen, doch scheint es, daß die Anforderungen des Londoner Baugesetzes von 1894 hierin für dichtbewohnte Häuserblöcke zu gering sind. Die höchste zulässige Höhe für ein Wohnhaus ist danach 24,40 m, der Hof muß mindestens 14 qm groß sein und sich längs der ganzen Hinterfront des Hauses in einer Breite von mindestens 3,05 m erstrecken; kleinere Bauten, Aborte, Müllgruben usw. dürfen auf diesem Hofe errichtet werden; doch dürfen sie, sowie die Umfassungs-

mauern, höchstens 2,75 m hoch sein. Der Londoner Grafschaftsrat hat denn auch das Unzureichende dieser Abmessungen erkannt und die Höhe seiner eigenen Häuser auf fünf Stockwerke, also auf etwa 16 m bis zur Traufe, beschränkt und seine Höfe alle viel breiter angelegt, als das Gesetz es vorschreibt. Außerdem hat er und ebenso viele andere Gesellschaften meistens nur zwei Seiten eines von vier Straßen eingeschlossenen Häuserblocks bebaut, so daß der Hofraum zwischen den Häusern an zwei Seiten offen und eine rege Lufterneuerung möglich ist. Wie gut eine solche Anordnung ist, wird jeder empfinden, der eine Zeitlang im Häusermeer einer Großstadt gelebt hat und sich erinnert, wie schwer nach heißen Sommertagen die schwüle Luft aus rings von hohen Häusern eingeschlossenen Hof- oder Gartenräumen weicht, selbst wenn sie ziemlich groß sind. Da die Breite der neuangelegten Straßen in der Regel für unsere Begriffe nicht bedeutend ist, so erscheinen große und gut gelüftete Hofräume um so notwendiger.



Abb. 7. Gebäudegruppe auf dem Boundary-Street-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

Das mildere Klima erlaubt in England manche Einrichtungen, die bei uns nicht möglich sind. So wird nichts dagegen eingewendet, ein Zimmer im Erdgeschoß unmittelbar von der Straße aus zugänglich zu machen, ohne Vorplatz oder Windfang, und aus dem gleichen Grunde hat das „Balkonsystem“, bei dem die Treppen auf einen langen galerieartigen Balkon münden, der an Stelle eines inneren Flurs am Hause entlang läuft und von dem aus man in die einzelnen Wohnungen gelangt, hier so großen Anklang gefunden; bei uns kommt es zwar, so viel ich weiß, auch vor, erfordert aber einen Windfang für jede Wohnung, was die Sache sehr verteuert. Auch wo diese Bauweise nicht angewandt ist, sondern Flure oder ein erweiterter Treppenabsatz zu den Wohnungen führen, sind häufig die Treppenhäuser nach außen ganz offen und nur durch ein Geländer abgeschlossen, wodurch sie natürlich sehr gut gelüftet sind. Das wäre in Deutschland wohl bedenklich, da im Winter hineingetriebener Regen oder Schnee leicht eine gefährliche Glätte erzeugen könnte. Auf Lüftung und besonders auf die Möglichkeit, eine Wohnung von vorn nach hinten durchlüften zu können, ist bei der Grundrißgestaltung meist Bedacht genommen; die Kamine mit ihren breiten Rauchröhren und auch im Sommer zu Kochzwecken fast immer brennendem Feuer, bilden außerdem ein vorzügliches Mittel der Lufterneuerung.

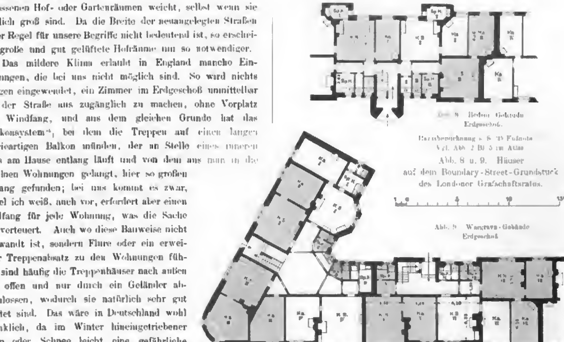


Abb. 8. Benson-Gebäude Erdgeschoß.

Raumbezeichnung s. S. [illegible] Fußnote. Vgl. Abb. 2 Bl. 5 im Atlas.

Abb. 8 u. 9. Häuser auf dem Boundary-Street-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

Abb. 9. Wargrave-Gebäude Erdgeschoß.

Die Bauart der besseren Arbeiterhäuser ist stets feuerfest, die Treppen sind meist aus Beton; Flure, Spülküchen,



Abb. 10. Hofansicht einer Gebäudegruppe auf dem Boundary-Street-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

merigen, d. h. solche mit einer Kochstube und einer oder zwei Schlafkammern, die gesuchtesten und daher auch von allen Städten und Gesellschaften am meisten gebaut. Einräumige kommen nach dem Wohngesetz nur für kinderlose Leute oder solche mit einem Kind unter sieben Jahren in Betracht und sind daher nur in geringerer Anzahl erforderlich. Häufig, besonders in Schottland, finden sich bei ihnen Bettnischen oder Alkoven, die die Benutzung des Zimmers als einzigen Raum für eine Familie erträglicher machen. Solche Bettnischen sind auch mit Erfolg in den Kochstuben der größeren Wohnungen angewandt worden, die ja natürlich fast immer auch zum Schlafen für ein oder mehrere Familienmitglieder dienen. Die Hausordnungen beschränken, um Übervölkerung zu vermeiden, die für jede Wohnung zulässige Zahl von Bewohnern, und zwar werden gewöhnlich zwei Personen auf ein Zimmer gerechnet.

Es gibt eine solche Fülle von Arbeitermiethäusern verschiedener Grundrißbildungen, daß im folgenden nur je einige Beispiele für die verschiedenen Arten zu näherer Betrachtung herausgegriffen werden konnten. Sie bilden auch nicht annähernd eine Übersicht über alles, was in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren auf diesem Gebiete in England geleistet worden ist.

Aborte pflegen massiven Fußboden zu haben, die Wohnzimmer dagegen Holzfußboden; in den Häusern des Londoner Grafschaftsrates und auch in vielen andern sind die Wände durchweg mit Leimfarbe gestrichen, doch sollen die Insassen selbst stets den Wunsch nach Tapeten äußern. Tapeten bilden aber bekanntlich Schlupfwinkel für Ungeziefer. Die Fenster sind stets Schiebefenster nach englischem Brauch, deren Undichtigkeit bei dem dortigen Klima nicht so lästig, dagegen für den Luftwechsel sehr förderlich ist. In manchen Häusern ist mit Erfolg ein flaches Dach zum Wäschetrocknen und als Spielplatz für Kinder angeordnet worden. — Von den Wohnungen sind die zwei- und dreizim-



Abb. 11. Gebäudegruppe auf dem Boundary-Street-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

Eine der umfangreichsten und besten Anlagen ist die vom Londoner Grafschaftsrat auf dem gesäuberten (s. Abb. 1 Bl. 5) Boundary-Gebiet im Kirchspiel Bethnalgreen errichtete Gebäudegruppe. Abb. 2 Bl. 5 zeigt den neuen Bebauungsplan in der Mitte mit einem kreisförmigen Platz von etwa 82 m Durchmesser mit Gartenanlagen, auf den alle Straßen einmünden. Die Hauptzufahrtstraße ist 18,30 m breit, die andern 12,20 und 15,25; die Höfe sind alle, nach dem vorher erläuterten Grundsatz, an zwei Seiten offen. Um nicht alle Bewohner auf einmal zu verdrängen, wurde die Bebauung in verschiedenen Abschnitten vorgenommen; daher zeigen die Gebäude große Verschiedenartigkeit, weil die gemachten Erfahrungen stets für die neueren Bauten verwertet wurden. Es sind 142 unselbständige und 892 selbständige Wohnungen in dem oben erläuterten Sinne hergestellt; von den 142 haben aber nur 35 außer der Spülküche auch den Abort mit andern gemeinsam. Im Laufe der Arbeiten wurde beschlossen, statt jeder Wohnung eine besondere Waschküche zu geben, ein allgemeines Waschhaus zu bauen; genaue Berechnungen ergaben, daß bei Fortfall einer besonderen Waschküche oder Wascheinrichtung in der Spülküche jeder einzelnen Wohnung die Wochenmiete für je ein Zimmer um $^1/_2$ *d* (Pence) ermäßigt werden konnte; dem stehen die Kosten für Benutzung eines Standes im Waschhause gegenüber, die stündlich $1\,^1/_2$ *d* für die beiden ersten, 2 *d* für die nächsten zwei Stunden beträgt, und 3 *d* für jede weitere Stunde (der Staffeltarif ist eingeführt, um gewerbsmäßige Wäscherinnen auszuschließen). Eine Familie, die drei Zimmer hat, kann also wöchentlich zwei Stunden waschen, ohne mehr zu bezahlen, als sie an Miete für eine Waschküche im Haus zahlen würde, und spart das Feuerungsmaterial. Das Waschhaus enthält 42 Waschstände, jeder aus einem Waschkessel mit kaltem und heißem Wasser und einem dampfgeheizten Kochkessel bestehend, ebenso 42 Trockengestelle, drei Wringmaschinen und vier Rollen. Ein verheirateter Maschinenmeister, ein Schürer (Stoker) und eine Gehilfin der Frau des Heizers bilden die Verwaltung des Waschhauses. Mit der Anstalt verbunden sind 12 Wannenbäder und ein Brausebad; das Obergeschoß enthält zwei Klubräume für die Bewohner des Viertels. Die Text-Abb. 8 und 9 zeigen eine Grundform der Häuser mit selbständigen Wohnungen und eine solche für Häuser mit unselbständigen Wohnungen; das Äußere der Häuser (s. Text-Abb. 5 bis 7, 10 u. 11) macht einen sehr guten Eindruck; die Fassaden sind aus rotem Backstein, bei einigen mit wagerechten Streifen von gelbem Backstein; für das Untergeschoß sind in einigen Fällen glasierte, aber nicht sehr auffallend glänzende Steine verwandt. Irgend welche Schmuckformen sind nicht vorhanden, die Flächen sind nur durch das weißgestrichene Holzwerk der Fenster und durch Vor- und Rücksprünge, die der Grundriß ergab, belebt, nicht selten auch durch flache Erker, wie sie in England seit altersher üblich sind; die Dächer bestehen zum Teil aus den kleinen englischen Flachziegeln, zum Teil aus Schiefer. Da die Häuser alle verschieden sind und die Straßen nicht parallel laufen, bietet das Ganze ein anziehendes, abwechslungsreiches Bild, besonders für den, der auf dem hübschen, etwas erhöhten Gartenplatze steht. Nichts Erdrückendes und Ermüdendes haben diese fünf Stockwerk hohen Mietskasernen, atmen aber ernste Behaglichkeit, lassen ihren Zweck deutlich erkennen, und, was als besonderes Verdienst des Künstlers, der sie entworfen hat, hervorzuheben ist, sie haben durchaus englisches Gepräge. Die Straßen haben Asphaltpflaster, die Höfe und Bürgersteige Granitplatten.

Das Innere ist natürlich ganz einfach, aber freundlich gehalten. Die Treppen sind sämtlich aus Beton, die Wände der Treppenhäuser zeigen die gefugten Ziegel ohne Putz. Das Holzwerk der Türen usw. ist in einigen Häusern grün gestrichen, in anderen hellbraun lasiert. Text-Abb. 16 zeigt eine Kochstube mit den einfachen, aber fest gearbeiteten Schränken und Börtern neben dem Kamin und dem in den Kamin eingebauten Kochherd. Dieser ist so eingerichtet, daß man auch ein offenes Feuer nach Entfernung eines Teiles der Kochplatte darauf unterhalten kann.

Die eigentlichen Bauarbeiten begannen im Spätsommer 1893 und zwar auf dem abliegenden Teil des Gebietes, östlich von Mountstreet; die dort errichteten Gebäude, Streatleyhäuser genannt, wurden im April 1895 dem Gebrauch übergeben. Das Ganze war im März 1900 vollendet und wurde durch einen Festakt eingeweiht, an dem der König, damals noch Prince of Wales, teilnahm und eine bemerkenswerte Rede hielt, die zeigt, wie auch in England die leitenden Kreise sich ihrer sozialen Pflichten bewußt geworden sind.

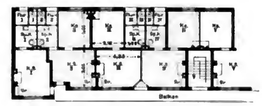


Abb. 12. Lowood-Gebäude, Cable Street, London.
Erstes Obergeschoß.
Balkonsystem, selbständige und in sich abgeschlossene Wohnungen.

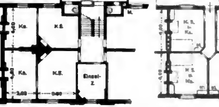


Abb. 13. Midhopehäuser der Ostend-Wohnungsgesellschaft in London.
Unselbständige Wohnungen.

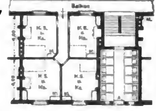


Abb. 14. Einzimmerwohnungen der Süd-Londoner Wohnungsgesellschaft.

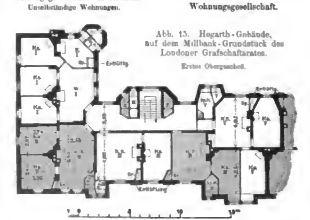


Abb. 15. Hogarth-Gebäude, auf dem Millbank-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.
Erstes Obergeschoß.



Abb. 16. Inneres einer Kochstube.
Häuser des Londoner Grafschaftsrates.

Folgende Tabelle macht die Anzahl und Art der Wohnungen und die Höhe der Mieten ersichtlich:

Wohnungen von	Anzahl	Wochenmieten
1 Zimmer	15	3,56 ℳ
2 Zimmern	541	5,61 bis 7,65 ℳ
3 „	400	7.65 „ 10.20 „
4 „	103	10.20 „ 12,75 „
5 „	7	12,24 „ 13,26 „
6 „	3	14,28 „ 14.79 „
Werkstätten	77	3.05 „ 6,63 „

Eine zweite größere dem Grafschaftsrat gehörige Gebäudegruppe steht auf dem früher von einem Gefängnis eingenommenen, hinter der Tate Gallery gelegenen Millbankgrundstück (s. S. 22). Der beigegebene Lageplan (Abb. 7 Bl. 5) zeigt die neue Aufteilung des Grundstücks und die Anordnung der Häuserblöcke, die sich um drei Seiten eines rechteckigen Platzes mit Gartenanlagen gruppieren. Die Straßenbreiten wechseln zwischen 15,25 und 18,30 m, die Höfe öffnen sich auch hier stets nach zwei Seiten gegen die Straße. Nachdem einige Blöcke schon geplant und im Bau waren, beschloß der Grafschaftsrat 1897 für die übrigen einen Wettbewerb auszuschreiben, in dem die Architekten Spalding u. Cross den ersten Preis errangen; deren Entwürfe sind dann auch den späteren Bauten, von denen Text-Abb. 15 eine Grundrißprobe bietet, zugrunde gelegt worden. Die Gesamtbaukosten belaufen sich auf über $2^1/_2$ Millionen Mark.

Über Anzahl der Räume und Mieten gibt folgende Tabelle Auskunft:

Wohnungen von	Anzahl	Wochenmieten
1 Zimmer	2	—
2 Zimmern	455	7,11 bis 8,16 ℳ
3 „	392	8,67 „ 10,71 „
4 „	16	12.75 „ 13,26 „

Eine Waschanstalt und Badeeinrichtungen schienen hier nicht nötig, da eine städtische öffentliche Wasch- und Badeanstalt in unmittelbarer Nähe liegt. Das Äußere der Gebäude, von denen einige auf Text-Abb. 23, 24, 37 u. 38 dargestellt sind, ist fast noch besser, als das der Boundary-Häuser, besonders freundlicher. Das ist wohl nicht dem Umstand zuzuschreiben, daß sie noch neuer und also noch weniger von dem Londoner Ruß geschwärzt sind, sondern auch dem helleren Material und den hie und da im obersten Geschoß und an einzelnen Giebeln angewandten Putzflächen.

Außer diesen besitzt der Londoner Grafschaftsrat noch eine große Menge kleinerer Häusergruppen in verschiedenen Teilen der Stadt, die alle ungefähr nach denselben Grundsätzen gebaut sind; ein Beispiel für viele bilde der Grundriß der Lowoodhäuser, Text-Abb. 12, die nach dem „Balkonsystem" gebaut sind. Sie bieten nicht nur Tausenden ein gutes und gesundes Unterkommen, sondern haben auch, wie die Logierhäuser, die privaten Unternehmungen zu bessern Leistungen angespornt.

Von diesen aus privater Tätigkeit hervorgegangenen Anlagen sind hervorzuheben die Midhopehäuser der Ostend-Wohnungsgesellschaft in London (Grundriß Text-Abb. 13), die ein anderes Muster der unselbständigen Wohnungen darstellen. Es sind Wohnungen von einem und von zwei Zimmern, vom Treppenabsatz aus zugänglich; der Zwischenabsatz der Treppe führt auf einen Balkon, an dem die Aborte liegen und zwar je einer für zwei bis drei Mietparteien, ferner ein großer Ausguß und ein Müllschacht. Der Balkon vertritt also hier die Stelle der Spülküche. Der Raum ist außerordentlich gut ausgenutzt, die Gebäude sind daher sehr billig und ihr Zinsertrag sehr gut.

Ein gutes Beispiel des Balkonsystems sind die Gebäude der Süd-Londoner Wohnungsgesellschaft (South London Dwellings Company Lt.), am Kensington Road im südlichen Teile der Stadt errichtet (Text-Abb. 14). Die Gebäude, fünf Stock hoch, liegen um einen großen Garten herum und bedecken mit diesem eine Fläche von ungefähr 40 Ar. Es sind Ein- und Zweizimmerwohnungen. Die Aborte sind vom Zwischenabsatz der Treppe aus zugänglich und für je ein Stockwerk zusammengelegt; in dem Vorraum ist ein Ausguß, der einzige für je 16 Wohnungen; wie es scheint, etwas wenig. Von den Aborten ist einer auf je zwei Zimmer gerechnet, was wohl als ausreichend anzusehen ist. Die Dächer sind flach und können zum Wäschetrocknen oder anderen Zwecken benutzt werden. Im Erdgeschoß sind Läden eingerichtet, wodurch die Ertragsfähigkeit der Gebäude gesteigert und eine Ermäßigung der Wohnungsmieten in den übrigen Geschossen ermöglicht wird. Dies Verfahren hat sich an vielen Orten bewährt, wo es möglich war, Arbeiterhäuser, wie in diesem Falle, an einer großen Verkehrsader zu bauen. Sehr oft wird man aber der Billigkeit des Baugrundes halber abgelegenere Straßen vorziehen, und dann hat das Anlegen von Läden keinen Erfolg.

Eine ganz andere Anlage veranschaulicht Text-Abb. 17, die den Grundriß der Häuser der hauptstädtischen Vereinigung zur Verbesserung der Wohnungen für die arbeitenden Klassen (Metropolitan Association for Improving the Dwellings of the Industrious Classes) gibt. Sie sind nach dem „System der abgetrennten Treppen" gebaut, d. h. zwischen je zwei Wohnungspaaren liegt eine Treppe mit je zwei Balkons, wodurch

eine größere Absonderung der einzelnen Wohnungen und gute Lüftungsmöglichkeit erzielt wird. Es sind Wohnungen von zwei und drei Zimmern, völlig selbständig, und sozusagen mit einem gewissen Aufwand ausgestattet. Jede hat einen Vorplatz, eine geräumige Spülküche, eine Speisekammer oder besser einen mit Fenster versehenen Speiseschrank und einen Kohlenraum. Die Schlafzimmer sind freilich sehr klein. Diese Häuser haben ebenfalls Läden im Erdgeschoß und bringen eine Verzinsung ihres Anlagekapitals von 6 vH.

Ausgezeichnete Häuser nach den Plänen des Architekten Barnett hat die Glasgower Stadtverwaltung am St. James Road, Cumberlandstreet und Umgegend gebaut, die mit ihren grauen Rauhputzfassaden, deren Einförmigkeit durch rote Fenstersohlbänke und -Stürze belebt ist, einen sehr eigenartigen und ansprechenden Eindruck machen und denen des Londoner Grafschaftsrates durch Einfachheit und Billigkeit überlegen sind. Sie sind meist nach dem Balkonsystem gebaut und enthalten Wohnungen von ein bis drei Zimmern, überall mit der Möglichkeit der Durchlüftung; jeder Gebäudeblock hat eine besondere Waschküche; meist sind keine Spülküchen angeordnet, jedoch stets ein kleiner Windfang, was wohl dem rauheren schottischen Klima zuzuschreiben ist.

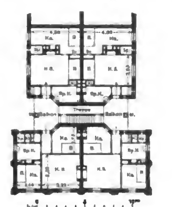
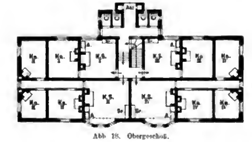


Abb. 17. Selbständige Wohnungen der hauptstädtischen Vereinigung für die Verbesserung der Wohnungen der arbeitenden Klassen.


Abb. 18. Obergeschoß.

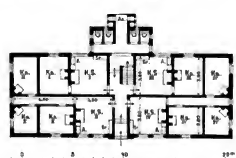
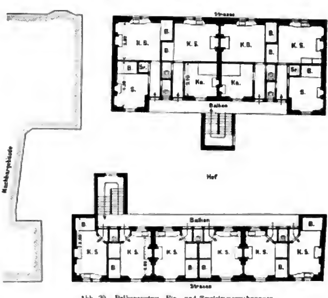

Abb. 19. Erdgeschoß.

Abb. 18 u. 19. Städtische Arbeiterwohnungen in Liverpool, Haus in der Fontenoystreet.



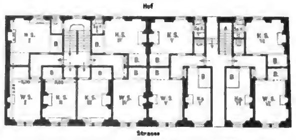


Abb. 20. Balkonsystem, Ein- und Zweizimmerwohnungen. Erstes Obergeschoß.

Hof
Strasse
Abb. 21. Korridorsystem, unselbständige Ein- bis Dreizimmerwohnungen. Erdgeschoß.

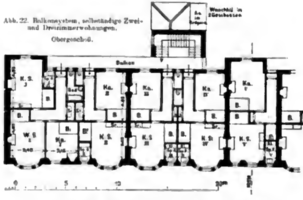


Abb. 22. Balkonsystem, selbständige Zwei- und Dreizimmerwohnungen. Obergeschoß.

Abb. 20 bis 22. Städtische Arbeiterwohnungen in Glasgow.



Abb. 23. Gebäudegruppe auf dem Millbank-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

Die Mieten betragen wöchentlich im Durchschnitt:

für 1 Zimmer . . 1,89 *M.*
„ 2 „ . . 4,61 „
„ 3 „ . . 6,74 „

Grundrißanordnungen einiger dieser Häuser, teils mit Balkons, teils mit Fluren, zeigen die Text-Abb. 20 bis 22.

Eine etwas andere Anordnung zeigt das große Gebäudeviertel am Oldhamroad in Manchester, dessen sechsstöckige Häuser um einen etwa 40 Ar großen Hofraum gelagert sind; doch machen diese Häuser, trotz eines etwas größeren Aufwands von Ornamentformen, einen kasernenartigen Eindruck, der bei den späteren Bauten der Stadt Manchester, die nicht über drei Stockwerke hinausgehen, trotz größerer Einfachheit nicht so auffällig ist.

In Liverpool sind verschiedene Häuserblöcke ohne Balkons von der Stadt errichtet, eine ältere Art am Victoria Square vom Jahre 1885, fünfstöckig mit je vier Wohnungen an einem Flur gelegen, von denen je zwei Aborte und Spülküche gemeinsam haben. Außerdem ist eine Waschküche für je vier Wohnungen zu jedem Stockwerk vorhanden. Für Durchlüftungsmöglichkeit der Wohnungen in sich ist nicht gesorgt.

Die Mieten sind folgende:

86 Dreizimmerwohnungen 4,84 bis 5,61 *M.*,
162 Zweizimmerwohnungen 3,06 „ 4,59 „
21 Einzimmerwohnungen 1,79 *M.*

Also erheblich niedriger als die Mieten, die der Londoner Grafschaftsrat für seine Wohnungen nimmt.

Ein anderes Muster eines Stockwerkhauses in Liverpool ist etwas besser, wenn es auch ebenfalls an dem Mangel der Durchlüftungsmöglichkeit leidet: es ist ein vierstöckiges Gebäude in Fontenoystreet (Text-Abb. 18 u. 19), das einzige in seiner Art, weil die Stadtverwaltung später überhaupt von der Errichtung eigentlicher Stockwerkhäuser abgekommen ist. Hier ist keine Waschküche angelegt, dagegen hat jede Wohnung ihren eigenen vom Treppenabsatz zugänglichen Abort, der durch einen an zwei Seiten offenen Vorplatz von dem übrigen Gebäude getrennt ist. Es sind:

8 Vierzimmerwohnungen zu 5,10 bis 6,12 *M*
8 Zweizimmerwohnungen zu 3,32 „ 4,08 „

Wochenmiete. Das Äußere dieses Hauses



Abb. 24. Gebäudegruppe auf dem Millbank-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

ist sehr ansprechend, graugelber Backstein mit Ecken, Gesimsen usw. von rotem Backstein.

Die späteren Bauten der Stadt Liverpool stellen ein Mittelding dar zwischen Stockwerkhäusern und dem, was die Engländer „cottages" nennen. Ihrer äußeren Erscheinung und auch der Leichtigkeit der Bauart nach gehören sie zu diesen, der Anzahl der darin wohnenden Familien aber zu den Stockwerkhäusern. Ihre Entstehung verdanken sie der Abneigung der Liverpooler Bevölkerung gegen die Stockwerkhäuser; und man muß gestehen, daß die Aufgabe, die sich die Stadtverwaltung hier gestellt hat, außerordentlich gut gelöst ist. Es sind Häuser für drei und fünf Familien, mitten in der Stadt auf saniertem Gebiet gebaut; trotz niedriger Mieten ist der Zinsertrag recht gut, allerdings, wie schon oben erwähnt, mit der Einschränkung, daß der Erwerb des Landes aus den Steuern bezahlt wird, die Mieter also bloß die Baukosten zu decken haben. Die Häuser stehen in geschlossenen Reihen, doch sind auch hier die Hofräume an den Schmalseiten des Viertels gegen die Straße geöffnet. Die einzelnen Höfe sind mit etwa 2,70 m hohen Mauern umgeben; zwischen den Höfen je zweier mit dem Rücken einander zugekehrten Häuserreihen führt, wie das auch sonst in England geschieht, ein schmaler Gang entlang, von dem aus Türen in die Höfe führen. Auch werden von diesem Gang aus die Mülleimer gewechselt, die in Maueröffnungen stehen, so daß sie von beiden Seiten zugänglich sind.

Es sind drei verschiedene Arten vorhanden: die erste Art (Text-Abb. 25 bis 27) enthält im Erdgeschoß eine Vierzimmerwohnung mit geräumigem Hof, Spülküche, Kohlenraum und einem kleinen Vorraum. Am Ende jeder Reihe führt eine kleine Treppe auf einen an der Außenseite aller Häuser entlang laufenden offenen Gang im ersten Obergeschoß, von dem aus in jedem Haus zwei Zweizimmerwohnungen zugänglich sind, deren Aborte, nebst einem kleinen als Hof zu benutzenden Balkon auf der andern Seite des Ganges liegen; eine Spülküche haben diese Wohnungen nicht, der Ausguß ist in der Kochstube angeordnet. Eine zweite Treppe führt zwischen beiden Wohnungen zum Dachgeschoß, in dem wiederum zwei ebensolche Zweizimmerwohnungen, aber von einem mit Oberlicht beleuchteten Podest zugänglich und mit teilweis schräger Decke, liegen. — Bei der zweiten Art (Text-Abb. 28 bis 30) liegt im Erdgeschoß jedesmal eine Wohnung von zwei Zimmern, Spülküche, Windfang usw., eine Treppe führt wieder ähnlich wie vorhin auf einen offenen Laufgang, der die Zugänge zu den Wohnungen der Obergeschosse bildet, und zwischen je zwei dieser Wohnungen führt wieder eine Treppe zum ebenso ausgebauten Dachgeschoß. Es wohnen hier also drei Familien in jedem Haus. Die erste Art ist im Grunde ganz ähnlich dieser zweiten, nur sind dort die Erdgeschoßwohnungen je zweier Häuser zu einer Wohnung zusammengefaßt. — Bei der dritten Art (Text-Abb. 33 bis 35) hat das Erdgeschoß noch ein drittes in den Hof hineingebautes Zimmer, und im ersten Obergeschoß sind je zwei Häuser zu einer vierzimmerigen Wohnung zusammengefaßt. Treppenanordnung und Dachgeschoß sind ganz ähnlich wie bei den andern Beispielen. Alle diese Wohnungen sind mit einem entlüfteten Speiseschrank und bisweilen mit einem zweiten Wandschrank ausgestattet; die Wände sind geputzt und gestrichen, alle Konstruktionen, Beschläge usw. sehr einfach und gediegen, die Fassaden ganz schlicht von gewöhnlichem Backstein, aber doch freundlich durch das weißgestrichene Holzwerk der Fenster und bei einigen der hölzernen Vordächer über den Türen (Text-Abb. 31 u. 32). Die wöchentlichen Mieten sind folgende:

Vierzimmerwohnung	6,15 ℳ.
Dreizimmerwohnung	4,60 „
Zweizimmerwohnung .	3,08 bis 4,10 „

Für diese erstaunlich niedrigen Mieten sind die Häuser nicht nur mit Gas- und Kaltwasser-, sondern auch mit einer Warmwasserleitung versehen.

Betrachtet man die Gesamtheit der beiden bisher besprochenen Arten von Arbeiterwohnungen, die Logierhäuser und die Stockwerkhäuser — und dies sind eigentlich die für die ärmeren Klassen in Frage kommenden Häuserarten —, so muß man sagen, daß darin sehr viel und zum Teil Mustergültiges in England geleistet ist. Aber man darf sich auch nicht verhehlen, daß trotzdem die Arbeiterwohnungsfrage nicht gelöst ist. Die Mieten sind immer noch zu hoch, als daß sie für die Allerbedürftigsten erschwinglich wären, für diese bleibt dann nur das allgemeine Logierhaus; dies ist natürlich kein Heim und läßt, auch in sogenannten Familienlogierhäusern, wo eine Familie in einem Brettverschlag wohnt und kein Stück der Einrichtung ihr eigen nennt, kein Familienleben aufkommen.

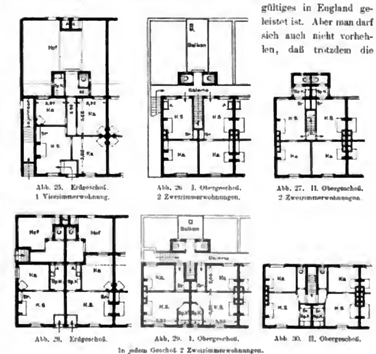


Abb. 25. Erdgeschoß. 1 Vierzimmerwohnung.

Abb. 26. I. Obergeschoß. 2 Zweizimmerwohnungen.

Abb. 27. II. Obergeschoß. 2 Zweizimmerwohnungen.

Abb. 28. Erdgeschoß. Abb. 29. I. Obergeschoß. Abb. 30. II. Obergeschoß.

In jedem Geschoß 2 Zweizimmerwohnungen.

Abb. 25 bis 30. Städtische Arbeiterwohnungen in Liverpool, Dryden- und Rachelstreet.

Untenstehende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der Mieten verschiedener Stadtverwaltungen und Gesellschaften.

Es fällt dabei auf, daß der Londoner Grafschaftsrat erheblich höhere Mieten hat als alle übrigen, trotzdem z. B. die Häuser von Liverpool und die des Guinnesstrustes auf der gleichen Höhe stehen. Woher kommt das? Die Sanierungskosten sollen nicht von den Mieten gedeckt werden, sie tragen also nicht die Schuld an den hohen Mieten. Man sagt, daß die demokratische Zusammensetzung des Grafschaftsrates ihm die Ungunst der Unternehmer eingetragen

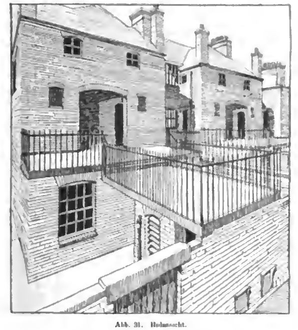


Abb. 31. Hofansicht.

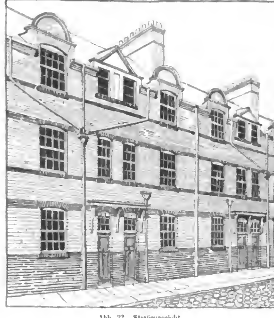


Abb. 32. Straßenansicht.

habe, so daß sie ihm höhere Preise ansetzen als andern. Er hat deswegen schon stellenweis die Ausführung selbst übernommen und sogar die Ziegelfabrikation; doch hat dies auch zu Enttäuschungen geführt, denn auch die Arbeiter sollen für ihn noch weniger arbeiten, als sie es zufolge ihrer kräftigen Organisationen für andere Unternehmer schon tun, weil den Beamten des Grafschaftsrates ein entschiedenes Auftreten den Arbeitern gegenüber durch ihre politische Stellung versagt ist. Häufig wird die Bestimmung des Gesetzes, daß das Anlagekapital in 60 Jahren zu tilgen sei, als Grund für die hohen Mieten ins Feld geführt. Zur Beleuchtung dieser Frage dürfte eine Berechnung und zeichnerische Darstellung der Zusammensetzung des Mietspreises von Interesse sein, die vom Grafschaftsrat für die Adelaidegebäude in Poplar aufgestellt ist (Text-Abb. 36 S. 244). Die Größe der einzelnen Felder entspricht im Verhältnis dem Einfluß, den die betreffenden Kosten auf die Miete eines Raumes ausüben.

Abb. 33. Erdgeschoß. 2 Dreizimmerwohnungen.

Abb. 34. I. Obergeschoß. 1 Vierzimmerwohnung.

Abb. 35. II. Obergeschoß. 2 Zweizimmerwohnungen.

Abb. 31 bis 35. Städtische Arbeiterwohnungen in Liverpool, Kemptonstreet.

Bauende Behörde oder Gesellschaft:	Wochenmieten von Wohnungen von			
	1 Zimmer ℳ	2 Zimmern ℳ	3 Zimmern ℳ	4 Zimmern ℳ
Londoner Grafschaftsrat	3,57	5,61–8,16	7,65–10,71	10,20–13,26
Liverpooler Stadtverw.	1,79	3,06–4,59	4,59–5,61	5,10–6,12[1])
Glasgower "	1,89	4,61	6,74	—
Handw., Arbeiter u. Allg.	—	—	—	6,12–7,65[2])
Guinness Trust . . .	1,79–3,32	3,06–5,61	4,08–6,38	5,87–7,14

1) deckt nur die Baukosten. 2) mit Garten, im Einzelhaus.

Die Gesamtmiete beträgt $2\,s\ 7^1/_2\,d = 2,68$ ℳ. Auffallend klein ist der Anteil, den die Verzinsung des Grund und Bodens daran hat, weil eben die Bodenpreise auch in den großen Städten in England nicht so in die Höhe getrieben sind, wie bei uns. Sehr groß sind die Steuern und Abgaben, die der

Grundeigentümer zu zahlen hat, und ihr Einfluß auf die Miete ist daher auch bedeutend. Der Einfluß der Tilgungspflicht wird durch zwei kleine Felder dargestellt, getrennt für Landerwerbs- und Baukosten.

Daraus ersieht man, daß eine Aufhebung der Tilgungspflicht oder Verlängerung der Tilgungsfrist doch nur eine sehr geringe Ermäßigung der Mieten herbeiführen würden. Es ist ja richtig, daß gar kein Grund vorhanden ist, die Landerwerbskosten durchaus tilgen zu müssen und daß auch für die Baukosten die Tilgungsfrist ohne Schaden für die Allgemeinheit sehr gut auf 80 oder 100 Jahre verlängert werden könnte. Aber die Hoffnungen, die der frühere Grafschaftsarchitekt Blashill daran knüpft, werden doch durch diese Zusammenstellung als unbegründet erwiesen.

3. Einzelhäuser.

Es bedarf wohl keiner weiteren Ausführung, daß die vollkommenste und erstrebenswerteste Art der Unterkunft, wie für jeden, so auch für den Arbeiter und seine Familie, die im Einzel- oder Einfamilienhaus ist. Die völlige Abgeschlossenheit der Familie begünstigt häusliches Leben, beschränkt die Ausbreitung ansteckender Krankheiten, und die Kleinheit und die Niedrigkeit der Häuser erleichtert ihre freie Umspülung mit Licht und Luft. In England sieht man in den Stockwerkhäusern überhaupt nur Notbehelfe, die nur dort allenfalls statthaft sind, wo die Grundpreise eben die Bebauung mit Einzelhäusern unmöglich machen.

Die Kosten von Einzelhäusern können erheblich eingeschränkt werden, wenn sie von einem kapitalkräftigen Unternehmer oder einer Behörde in Massen nach ein und demselben Plano errichtet und wenn sie nicht freistehend, sondern in Reihen oder Gruppen mit gemeinsamen Giebelwänden angeordnet werden. Das ist denn auch, wo es sich um Einzelhäuser für die arbeitenden Klassen handelt, fast durchgängig geschehen. Die Bauart solcher Häuser ist, selbst bei besseren Ausführungen, ungemein sparsam, ja streift nach unseren Begriffen ans Unsolide. Unterkellert sind sie niemals, die Umfassungsmauern sind nur ein Stein = 23 cm stark; das scheint in England zu genügen, einmal weil die Wärmeunterschiede in den verschiedenen Jahreszeiten viel geringer sind, dann, weil Decken und Dächer viel leichter gebaut werden, als bei uns, und endlich, weil die als Deckenbalken verwandten 5 cm starken Bohlenhölzer nur 30 bis 40 cm weit auseinanderliegen, wodurch eine gleichmäßigere Verteilung der Deckenlast auf die Wände erzielt wird. Eine Füllung haben diese Decken fast nie. Die Zwischenwände sind stets aus Holz als Fachwerkwände, ebenfalls aus 5 cm starken Bohlenhölzern in denselben Abständen, wie bei den Decken, hergestellt; die Fache bleiben entweder leer oder werden mit Sägespänen ausgestopft; die Verschalung der Wände besteht nur aus dünnen, mit sehr kleinen Abständen aufgenagelten Putzleisten. Die Dachstühle bestehen aus denselben Bohlenhölzern, und es ist erstaunlich, daß sie den starken Winden, die zu Zeiten über das Inselreich hinwehen, standhalten. Die Zimmer sind für unsere Begriffe klein, die größten etwa 15 bis 16 qm groß, wie das auch bei den Stockwerkhäusern schon bemerkt wurde; ihre Höhe schwankt zwischen 8 und 9 Fuß = 2,44 bis 2,74 m; das letzte Maß gilt schon als hoch, während bei älteren Häusern weniger gediegener Ausführung auch geringere Höhen vorkommen. Eine solche Leichtigkeit der Bauart ermöglicht eine weitere Verminderung der Kosten, die Dubliner Arbeiterwohnungsgesellschaft zum Beispiel hat Häuser von drei und vier Zimmern für je etwa 2200 ℳ hergestellt.

Der Grundriß der Einzelhäuser bietet nicht das Interesse wie der der Stockwerkhäuser. Häufig ist auch hier, wie in den Stockwerkwohnungen der Hauptraum eine Kochstube, mit einer Spülküche nebenan; diese bilden das Erdgeschoß, meist ohne Windfang von der Straße oder dem Vorgarten zugänglich. In einer Ecke der Spülküche oder der Kochstube führt eine schmale Stiege zu den im Obergeschoß, das bei den kleinsten Häusern Dachgeschoß ist, gelegenen Schlafkammern. Der Abort liegt auf dem Hofe. Ein gutes Beispiel für diese Klasse von Häusern sind die vom Londoner Grafschaftsrat errichteten Einzelhäuser in Idendonterrace (sieh Abb. 8 u. 9 Bl. 6 u. Text-Abb. 39 S. 249/250), 50 an der Zahl, deren Miete mit Garten freilich 8 ℳ bis 8,50 ℳ die Woche beträgt, also eigentlich für Arbeiter zu hoch ist. Bei etwas größeren Häusern ist das Wohnzimmer von der Küche getrennt und bisweilen ein kleiner Vorraum angeordnet.

Einen Übergang von den Stockwerkhäusern zu den Einzelhäusern bilden die sogenannten flat-cottages, die zwar jeder Familie nur ein Stockwerk bieten, aber die Eigenart des Einzelwohnhauses dadurch wahren, daß jede Wohnung ihren besonderen Eingang von der Straße aus hat. Ein Beispiel dafür geben Abb. 6 u. 7 Bl. 6: es ist eine Form der von der Stadt Richmond gebauten

Gesamtmiete
Steuern u. Abgaben = 53 Pf.
Wasser, Gas u. Versicherung = 15 Pf.
Ausbesserungen u. Erneuerungen = 42 Pf.
Überwachung u. Einsammeln der Miete = 17 Pf.
Verluste durch Leerstehen = 17 Pf.
Unvorhergesehenes = 7 Pf.
Grund- u. Bodentilgung = 2 Pf.
Verzinsung des Grund- u. Bodens = 10 Pf.
Tilgung der Baukosten = 23 Pf.
Verzinsung der Baukosten = 83 Pf.

Abb. 36.



Abb. 37. Hofansicht einer Gebäudegruppe auf dem Millbank-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

losen Reihen zum überwiegenden Teile sehr ermüdend wirken. Jeder Unternehmer hat natürlich eine Grundform oder höchstens zwei oder drei für verschiedene Größen, nach denen Hunderte dieser Häuser gleichmäßig hergestellt werden.

Für das Gedeihen dieser Arbeiterkolonien außerhalb der Städte ist es von äußerster Wichtigkeit, daß reichliche und billige Verkehrsgelegenheit geboten wird. Daran, besonders hinsichtlich der Billigkeit, hat es, wie bereits erwähnt, in England lange gefehlt, doch ist es in den letzten Jahren besser geworden.

Mehrere große Gelände besitzt die Londoner Arbeiter- und Allgemeine Wohnungsgesellschaft in der Umgegend der Hauptstadt, von denen das größte das Noël Park-Grundstück in Hornsey ist, dessen Bebauungsplan Abb. 13 Bl. 6 zeigt. Das Gebiet umfaßt über 40 Hektar und enthielt im Jahre 1902 1076 Einfamilien- und 174 Zweifamilienhäuser und 85 Läden, doch ist etwa erst die Hälfte des der Gesellschaft gehörigen Geländes bebaut und die Bautätigkeit dauert beständig an. Es sind fünf Arten von Einzelhäusern vorhanden von vier bis zu sieben Zimmern (einschl. der Küche), deren Mieten 6,15 ℳ, 7,68 ℳ, 9,23 ℳ, 10,25 ℳ und 11,78 ℳ betragen. Die Grundrisse sind in den Abb. 10 bis 12 Bl. 6 mitgeteilt. Die größeren Häuser sind keine eigentlichen Arbeiterhäuser mehr, sondern von Schreibern, kleinen Beamten und dergleichen Leuten bewohnt. Die Kolonie hat eine Kirche und eine Schule für sich allein, die jedoch nicht der Gesellschaft gehören. Jedes Haus hat

Häuser (sieh Seite 27). Das zwei Zimmer, Spülküche, Speisekammer und einen Vorraum enthaltende Erdgeschoß kostet 4 s 6 d = 4,60 ℳ Wochenmiete; das Obergeschoß, das einen Raum mehr und einen als Hof zu benutzenden Balkon über dem Hof der unteren Wohnung hat, 5 s 6 d = 5,63 ℳ. Die Eingänge für beide Wohnungen liegen nebeneinander, von dem Balkon des Obergeschosses führt eine Treppe unmittelbar in den Garten, so daß beide Wohnungen wirklich völlig in sich abgeschlossen sind.

Häuser dieser beiden Grundformen mit mannigfachen Abweichungen finden sich in den Umgebungen der großen Industriestädte zu Tausenden. Sie bilden große Kolonien, teils von Gesellschaften, teils von Behörden gebaut, die durch die Einförmigkeit der schier end-



Abb. 38. Gebäudegruppe auf dem Millbank-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

einen kleinen Vorgarten und einen etwas größeren hinter dem Hause. Der Baustoff ist roter Backstein mit einigen Terrakottaverzierungen; durch Hervorheben der Eckhäuser, verschiedene Dachdeckung (Ziegel und Schiefer) und kleine Vordächer über den Türen hat der Architekt Rowland Plumbe versucht, die Langeweile der Reihen gleichförmiger Häuser zu vermindern, doch auf eine eigentlich künstlerische Wirkung können sie keinen Anspruch machen. Die Straßen sind nicht breit, etwa 10 m zwischen den Vorgärten, aber für die Niedrigkeit der Häuser breit genug; in der Mitte ist ein großer freier Platz mit Gartenanlagen angeordnet. Die Nachfrage nach diesen Häusern ist sehr groß, so daß in der Regel kein einziges leer steht.

Nach denselben Grundsätzen sind die andern Kolonien dieser Gesellschaft angelegt, und ganz ähnlich die vieler anderer Gesellschaften. Auch die im Entstehen begriffenen Einzelhäuser des Londoner Grafschaftsrats oder die schon ausgeführten anderer Städte wie Birmingham und Huddersfield bieten nichts wesentlich Neues; hier und da ist eine Badestube in jedem Hause angeordnet, die Spülküche wird hier größer, dort kleiner gemacht, bisweilen ist das Dachgeschoß noch ausgebaut — aber im großen und ganzen sind von der Grundform wenig Abweichungen.

Besondere Anregung bieten aber wohl die Versuche, die von einigen Großindustriellen gemacht wurden, für ihre Arbeiter gesunde Wohnungen in der Nähe ihrer Fabrikanlagen zu bauen; das wurde nötig und zugleich möglich, wenn der ganze Fabrikbetrieb aus der beengenden Stadt hinaus aufs Land verlegt wurde, was in der letzten Zeit immer mehr geschieht. Zwei dieser Fabrikdörfer überragen alle andern derartigen Anlagen in England weit und können wohl auch für uns als mustergültig bezeichnet werden: das Dorf Port Sunlight, unweit der Stadt Birkenhead bei Liverpool von der Seifenfabrik der Gebrüder Lever neben ihrer großen Fabrikanlage für ihre Arbeiter errichtet, und Bournville, das der Schokoladen- und Kakaofabrik von Cadbury seine Entstehung verdankt.

Das erstgenannte ist in Deutschland durch Dr.-Ing. Muthesius' Bericht im Zentralblatt der Bauverwaltung vom 25. März 1899, an den sich die folgende Beschreibung anlehnt, bekannt geworden, auch sind einige der besten jener Häuser in desselben Verfassers großem Werk über „Englische Baukunst der Gegenwart" veröffentlicht. Dieser Umstand zeigt schon, daß die Gebäude sich über den Stand bloßer Nützlichkeitsbauten erheben, und in der Tat stehen wir hier einer künstlerischen Leistung allerersten Ranges gegenüber, das Dorf bietet „ein entzückendes Bild einer echt künstlerisch empfundenen und einheitlich durchgeführten Ortsanlage" dar. Die wirtschaftliche Seite des Unternehmens ist allerdings vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus deshalb wohl weniger bemerkenswert, weil es nicht darauf angelegt ist, daß sein Ertrag die Anlagekosten deckt. Der Fabrikherr opfert vielmehr alljährlich einen Bruchteil seines Reingewinnes für das Wohl seiner Arbeiter, indem er das umliegende Land ankauft und Häuser darauf errichtet; von dem dafür verwandten Kapital erwartet er keine Verzinsung, die Mieten der Häuser sollen nur die, wie schon früher erwähnt, in England bedeutenden Steuern und Abgaben und die Unterhaltungskosten decken. Die Mieten betragen 3,50 ℳ für die kleineren und 5,50 ℳ für die größeren Häuser wöchentlich, einschließlich des Gartens.

Um wirklich gute Entwürfe zu bekommen, wandte sich der äußerst kunstsinnige Fabrikherr an die besten Architekten des Landes, unter denen Douglas und Minshull in Chester, Ernest George und Yeates in London, Ernest Newton in London, William Owen in Warrington und T. N. Lockwood und Söhne in Chester die hervorragendsten sind. Was geleistet ist, kann denn auch zu den besten Werken englischer Landhausbaukunst gezählt werden und ist überhaupt nur möglich in einem Lande, wo oben dieser Zweig der Architektur zu so hoher Blüte gelangt ist, wie in England. Schon die Gesamtanlage der Straßen und Plätze ist nach künstlerischen Gesichtspunkten mit geschickter Benutzung der Zufälligkeiten des welligen Geländes erfolgt, wie aus Abb. 5 Bl. 6 ersichtlich. Die Straßen sind zum Teil gebogen und in mannigfachem Wechsel ihrer Richtung und Abstände voneinander angelegt, hier und da treten Häusergruppen zurück, um sich um einen Rasenplatz zu gruppieren, die Reihen der Häuser sind verschieden lang und werden von geschickt verteilten öffentlichen Gebäuden, Spielplätzen usw. unterbrochen. Eine Bodeneinsenkung, die sich mitten durch das Dorf hinzieht, ist als Park angelegt und mit einer monumentalen steinernen Brücke überspannt.

Es sind Häuser verschiedener Größe vorhanden, von denen die größten für die Beamten der Fabrik bestimmt sind. Die eigentlichen Arbeiterhäuser sind im wesentlichen nach zwei verschiedenen Grundrissen angelegt, einer kleineren Art mit einer Kochstube und drei Schlafkammern, und einer größeren mit einer besonderen Wohnstube, Küche und vier Schlafkammern (sieh Abb. 1 bis 4 Bl. 6). Bei beiden ist eine Spülküche, eine Speisekammer und ein Bad angeordnet, das bei den kleinen neben der Spülküche, bei den größeren im ersten Stock liegt. Von diesen Grundformen weichen die Häuser nur unwesentlich ab, wenn es das Gelände oder die Gruppierung der Häuser erforderte. Die Unterbeamten- und Aufseherhäuser sind im allgemeinen den größeren Arbeiterhäusern gleich, doch mit größeren Maßen und Hinzufügung einer Waschküche.

Die äußere Erscheinung der Häuser ist so verschiedenartig und mannigfaltig, wie die Namen der Künstler, die sie gezeichnet haben. Unter den älteren Häusern (Abb. 1 bis 3 Bl. 7) herrscht der in der dortigen Gegend heimische Fachwerkbau vor, mit weißgeputzten Zwischenfeldern und in Anlehnung an die altüberlieferten Formen. Hier und da schmücken reiche Schnitzereien — fast zu reich für so bescheidene Häuser — die Schwellen und Rähme der Wände oder die Schutzbretter an den Giebeln. Unter den späteren Häusern finden sich rote und braune Ziegelhäuser (Abb. 1 Bl. 8) in bunter Abwechslung mit grauem und weißem Rauhputz (Abb. 2 u. 3 Bl. 8); an einigen sind in flachem Relief gehaltene angetragene Stuckfriese zu sehen, andere haben Giebel und Obergeschoß mit Ziegelbehang; ein mannigfacher Wechsel in Fenstern und Türen, Erkern, unter denen natürlich das sich flach herauswölbende englische „Busenfenster" (bay window) vorherrscht, und Giebeln gibt ein äußerst anmutiges Gesamtbild. Die Dachdeckung ist meist Ziegel in dem in England üblichen kleinen Format.

An öffentlichen Gebäuden sind vorhanden: zwei Schulen, eine Turnhalle, eine Bühne (die Plätze der Zuschauer sind

auf einer Wiese im Freien), ein Schwimmbad unter freiem Himmel, zwei Speisehallen, eine für Männer und eine für Frauen und Mädchen, ein Klubhaus für Männer und eins für Mädchen, ein Wirtshaus, mit einigen Fremdenzimmern zum Übernachten, in dem aber keine geistigen Getränke verabreicht werden dürfen, ein kleines Warenhaus, ein Postamt und eine noch im Bau begriffene Kirche. Alle diese Gebäude sind ebenfalls von tüchtigen Architekten und größtenteils ausgezeichnet gebaut, doch ist hier nicht der Ort, näher auf sie einzugehen; ihre bloße Aufzählung aber zeigt, wie der Fabrikherr für seine Arbeiter sorgt (auch der Sport- und Tummelplätze für jung und alt ist hier zu gedenken), wie er sich bemüht, ihnen für wenig Geld ein gesundes und angenehmes Leben zu verschaffen und sie so vor zwei Übeln zu bewahren: vor dem Trunk und der sozialen Unzufriedenheit. Ob er dabei in der Bevormundung seiner Arbeiter zu weit geht und ihre Bewegungsfreiheit zu sehr behindert, wie von manchen Seiten behauptet wird, ist schwer zu entscheiden. Zur Geschichte Port Sunlights ist zu bemerken, daß im Jahre 1887 die Fabrik aus Warington aufs Land wanderte und im selben Jahre der Grundstein zur Kolonie gelegt wurde. Das zuerst zu diesem Zweck angekaufte Gelände umfaßte 22,5 Hektar, wovon 9,7 Hektar auf die Fabrikanlage selbst und 12,8 auf das Dorf entfielen; durch allmählichen Ankauf wuchs der Umfang und beträgt jetzt 93 Hektar, wovon 36,5 für die Fabrik und 56,5 für das Dorf zu rechnen sind. Insgesamt sind bis zum Jahre 1902 über 7 Millionen Mark von den Gebrüdern Lever für Ankauf des Landes, Bau der Straßen und Häuser, Anlage der Gärten usw. verausgabt worden. Die Baukosten der kleinen Arbeiterhäuser betrugen 1888 etwa 4000 ℳ für jedes Haus, 1901 jedoch infolge des Steigens aller Material- und Arbeitspreise 6600 ℳ; die Baukosten der größeren Häuserart stiegen von 7000 ℳ auf 11000 ℳ. Wollte der Fabrikherr seine Kosten decken, so müßte er ungefähr 10,60 ℳ Wochenmiete im Durchschnitt für jedes Haus nehmen, statt der oben erwähnten Mieten von 3,50 ℳ und 5,50 ℳ. Die Anzahl der Häuser beträgt jetzt etwa 400 und bietet einer Bevölkerung von etwa 2000 Seelen Unterkunft.

Auf ganz anderer wirtschaftlicher Grundlage steht das **Arbeiterdorf Bournville**, unweit Birminghams. Die Häuser dieses Dorfes sind zwar zunächst für die Angehörigen der im Dorfe gelegenen Fabrik von George Cadbury gebaut, doch nicht für sie ausschließlich und werden auch jedem andern überlassen. Da Birmingham sehr leicht zu erreichen ist (mit Eisenbahn in zwanzig Minuten und mit elektrischer Straßenbahn in etwa einer halben Stunde, letzteres für 2 d = 17 Pfg., hin und zurück), so bieten sie auch für in der Stadt beschäftigte Arbeiter eine geeignete Wohngelegenheit. Das Unternehmen ist von George Cadbury begründet, und für seine Verwaltung und weitere Entwicklung ist ein Trust gebildet worden. In der Gründungsurkunde dieses Trustes ist sein Zweck dahin erklärt, der Verbesserung der Wohnungsverhältnisse der arbeitenden Klassen zu dienen, ohne irgend welchen religiösen oder politischen Einflüssen Zugang zu gewähren. Nur der Wunsch, allen Vertrieb geistiger Getränke im Besitztum des Trustes zu verhindern, ist ausgesprochen. Der Trust soll Land kaufen und Straßen, Schulen und andere öffentliche Gebäude anlegen und Wohnhäuser bauen. Diese sollen nur als Einzelhäuser gebaut werden, nicht mehr als zwei Stockwerke hoch, jedes mit einem Garten, der mindestens drei Viertel des Grundstückes einnimmt. Die Mieten müssen so bemessen sein, daß sie für die arbeitenden Klassen erschwinglich sind, doch soll keiner zum Almosenempfänger gemacht werden, d. h. also die Mieten sollen die Verzinsung des Anlagekapitals dekken. Der Trust kann nach seinem Ermessen die Häuser verkaufen, verpachten oder vermieten. Der Reingewinn soll stets zur Vermehrung des Grundkapitals und dies zur weiteren Ausdehnung des Unternehmens, auch, wenn es angezeigt erscheint, in andern Teilen Englands verwandt werden. Bei Begründung des Trustes im Jahre 1900 bestand sein Landbesitz aus etwa 133,5 Hektar Land, das noch nicht zum dritten Teile bebaut war und mit den Gebäuden einen Wert von etwa $3^1/_2$ Millionen Mark darstellte.



Abb. 39. Einfamilienhäuser des Londoner Grafschaftsrates.

Zuerst hatte George Cadbury versucht, die Häuser zu verkaufen und so eine Klasse kleiner selbständiger Grundeigentümer zu schaffen. Das hatte manche Nachteile, besonders den, daß er auf die von ihm beabsichtigte Verwendung des Besitzes nach dem Verkauf keinen Einfluß mehr ausüben konnte; so verpachtete er die Häuser auf eine Frist von 99 Jahren und machte im Pachtvertrag die Bedingung, daß das Haus nur als Wohnung für eine Arbeiterfamilie gebraucht und der Garten nicht bebaut werden dürfe usw. Für die Bezahlung gewährte er mannigfache Erleichterungen; so sind 143 Einzelhäuser vergeben. Aber seit neuerer Zeit ist er, oder vielmehr der Trust, davon abgekommen, und die Häuser werden nunmehr vermietet, die kleinsten für 6,65 ℳ die Woche, worin die Steuern und Abgaben eingeschlossen sind, die größten zu 9,20 ℳ ohne Steuern. Es sind bis

jetzt etwa 400 Häuser gebaut, mit über 2000 Einwohnern. — Der Bebauungsplan ist wie in Port Sunlight nach künstlerischen Gesichtspunkten aufgestellt, der schöne alte Baumbestand ist sorgsam gewahrt und geschickt benutzt. Daneben sind auch neue Gartenplätze und Parkanlagen geschaffen. Grundsatz ist, außer den Straßen und den Hausgärten noch ein Zehntel des Landes für Erholungs- und Spielplätze freizulassen. An öffentlichen und gemeinnützigen Gebäuden findet sich ein Kaufhaus, ein Wirtshaus und eine Badeanstalt vor.

Die Wohnhäuser, von dem Architekten W. A. Harvey gebaut, sind ausgezeichnete Beispiele englischer Hausbaukunst und insofern noch besser als die in Port Sunlight, als ihre künstlerische Wirkung mit einem Mindestaufwand von Mitteln erreicht ist. Es ist oft bloß das weiß- oder grüngestrichene Holzwerk der Fenster und ein flach sich herauswölbender Erker, der etwas ins Dach hinübergreift, oder die geschwungene Linie der Dachtraufe (Abb. 1 bis 3 Bl. 9 und Text-Abb. 40) und ein mächtiger Schornstein in der Mitte, die den aus gewöhnlichen Backsteinen errichteten Häuschen zusammen mit dem großen gemütlichen Dach ein trauliches und freundliches Gepräge verleihen. Andere Häuser sind geputzt mit ein wenig Fachwerk an den Giebeln. Die meisten Häuser stehen zu zweien zusammen, einige bilden Gruppen von je vier Häusern, längere Reihen sind vermieden. Die bei den neueren Bauten angewandten Grundrisse zeigen die Text-Abb. 41 bis 44. Es sind zwei verschiedene Arten, von denen sich die eine nur durch größere Maße und Hinzufügung eines kleinen bedeckten Vorplatzes vor dem Eingang und eines Bodenraumes über dem Hauptschlafzimmer von der kleineren unterscheidet. Die Kochstube ohne besondere Küche ist hier ebenfalls eingeführt, in einigen der älteren Häuser ist aber auch Küche und Wohnzimmer getrennt angelegt. Ein sehr guter Gedanke scheint die Anordnung einer versenkten Badewanne im Fußboden der Spülküche zu sein; reichliche Wandschränke und Speisekammern sind vorgesehen, auch ein Waschkessel in der Spülküche. Ganz besonders hübsch ist die Anordnung der Kochstube in den größeren dieser Häuser, mit ihrem großen dreiseitigen Erkerfenster in der Ecke, mit den Bänken um den Kamin, die gegen den Eingang durch ein Gitter abgetrennt sind, so daß eine Art kleiner Vorraum entsteht, und mit dem kleinen schräg gestellten Fenster im Hintergrund; dies Fenster findet sich nur dort, wo nach der Hinterseite gerade eine schöne Aussicht ist.

Die Gärten werden vor Vermietung der Häuser vom Trust angelegt und zum Teil mit Obstbäumen bepflanzt, dann aber der Pflege der Bewohner überlassen. Eine Gartenbauschule unter Leitung eines Gärtners, dem gleichzeitig die öffentlichen Gartenanlagen unterstehen, soll ihnen dabei helfen, die Erträge ihrer Gärten zu vermehren. Gegen geringe Pacht können sie weiteres Gartenland außerhalb des Dorfes bekommen. Man hält viel vom gesundheitlichen und sittlichen Einfluß dieser Gartenbebauung für die Arbeiter, und der Sekretär des Trustes schätzt den möglichen Ertrag eines jeden Hausgartens an Gemüsen und Früchten auf 2 bis 2,50 ℳ wöchentlich, ein Betrag, der also von der Miete abgeht. Auch Geflügel- und Bienenzucht wird viel getrieben. Zur Anregung und Durchführung von Verbesserungen aller Art ist außerdem ein Ausschuß der Mieter geschaffen worden.

IV. Gartenstädte der Zukunft.

Die beiden Arbeiterdörfer Port Sunlight und Bournville sind etwas eingehender betrachtet worden, als in Hinsicht auf die aufgewandten Summen ihrer Bedeutung im Rahmen der gewaltigen englischen Gesamttätigkeit auf dem Gebiete der Arbeiterwohnungsfürsorge entspricht. Aber erstens sind sie deswegen so besonders bemerkenswert, weil hier wirklich hohe künstlerische Leistungen vorliegen, und zweitens, weil sie die ersten Schritte auf dem Wege darstellen, der vielleicht in Zukunft zur Lösung der Arbeiterwohnungsfrage und mit ihr mancher anderer volkswirtschaftlicher Fragen beschritten werden wird.

Die großzügigen Sanierungsbestrebungen der englischen Städte waren eine Notwendigkeit und haben gewiß durch Beseitigung der allerschlimmsten Stadtviertel viel Segen gestiftet, haben aber die Grenzen ihrer Wirksamkeit erreicht und werden wohl kaum noch in nennenswertem Maßstabe weitergeführt werden. Die Anlage von Arbeiterkolonien in den Vorstädten, verbunden mit billigen Fahrgelegenheiten, stößt auf mancherlei Hemmnisse, die eine sehr große Entwicklung in dieser Richtung unwahrscheinlich machen. Der Kaufmann, der Beamte und andere, die fünf bis sechs Stunden des Tages an ihrer Arbeitsstätte in den Städten verweilen, können allenfalls zwei Stunden für Hin- und Rückfahrt zugeben, wenn sie dafür die Annehmlichkeit des Landlebens haben. Für den Arbeiter aber, der der Natur seiner Arbeit entsprechend einen längeren Arbeitstag hat und wohl auch noch für absehbare Zeit behalten wird, bedeutet dieser Zeitverlust viel mehr, und daraus erklärt sich die Abneigung, die diese Klassen in England gegen das Wohnen fern von ihrer Arbeitsstätte zeigen. Außerdem sind die unmittelbaren Umgebungen der Großstädte schon zum großen Teil von den Landhausansiedlungen der wohlhabenderen Klassen eingenommen, so daß Arbeiterkolonien noch weiter hinauszugehen haben, was natürlich ihre Nachteile noch vermehrt. Was dagegen die größte Entwicklungsfähigkeit für die Zukunft in sich trägt, das ist das Hinauslegen der gewerblichen Betriebe selbst aufs Land und der Bau von Arbeiterdörfern in Verbindung mit den Fabrikanlagen. Tun sich mehrere Fabriken zusammen und geschieht das, was in Port Sunlight und Bournville getan ist, in größerem Maßstabe, so werden aus den Arbeiterdörfern neue Städte, die, da sie planmäßig angelegt und von vornherein nach heutigen gesundheitlichen Gesichtspunkten gebaut sind, die Übelstände der alten Städte vermeiden. Die oberen und mittleren Klassen haben das Innere der Städte in England bereits zum großen Teil verlassen und wohnen auf dem Lande, das Hinausziehen der Industrie ermöglicht dasselbe den handarbeitenden Klassen. Was also vielleicht vor sich gehen wird, ist im Kerne folgendes: Das Volk verläßt die alten Ansiedlungen seiner Urväter, weil sie infolge ihres dem Zufall planlos überlassenen Wachstums und durch jahrhundertelangen Gebrauch den heutigen Anforderungen an Gesundheit und Wohnlichkeit nicht mehr entsprechen, und gründet neue Städte. Die alten bleiben als Mittelpunkte des Handels und Verkehrs, große ständige Märkte gewissermaßen, wie es die City von London heute schon ist, mit nur einer verschwindend kleinen Zahl ständiger Bewohner. Draußen auf dem Lande entstehen neben den schon vorhandenen und stetig wachsenden Landhausansiedlungen die

ebenfalls weit und luftig angelegten Industrie-Gartenstädte, die aber nicht im mindesten an die alten kohlengeschwärzten Industriestädte erinnern.

Soll aber eine solche neue Niederlassung wirklich die erwartete Besserung bringen, so muß natürlich Sorge ge-



Abb. 40. Doppelhaus in Bournville.
Architekt W. A. Harvey.

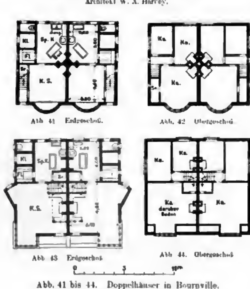


Abb. 41 Erdgeschoß. Abb. 42 Obergeschoß.

Abb. 43 Erdgeschoß. Abb. 44. Obergeschoß.

Abb. 41 bis 44. Doppelhäuser in Bournville.
Architekt W. A. Harvey.

tragen werden, die alten Fehler nicht wieder zu begehen. Vor allem wird es darauf ankommen, die neuen Städte von vornherein nach großen Gesichtspunkten anzulegen und zu verwalten. Einige sehr gute Gedanken über den Bau solcher Städte enthält ein Buch, das freilich nicht ganz von Phantastik frei ist: Gartenstädte der Zukunft von Ebenezer Howard.[7])

7) Garden cities of to-morrow by Ebenezer Howard. London, Swan Sonnenschein & Co. Lt.

Der Verfasser denkt sich die Stadt unweit einer Haupteisenbahnlinie angelegt, von der eine Zweigbahn ausgeht, die in einem Kreise rings um die Stadt herumführt; unmittelbar an der Bahn liegen die Fabriken, Warenhäuser und Markthallen, so daß deren Güterverkehr aufs bequemste vor sich gehen kann. Mehr nach dem Innern der Stadt liegen an breiten Straßen und Avenuen die Wohnhäuser, während der Mittelpunkt der Stadt vollständig von einem riesigen Parke eingenommen wird, in dem die Schulen, Theater, Museen und andere öffentliche Gebäude ihren Platz finden. Außerhalb des Eisenbahnringes sollen Gärten und Wälder, dazwischen landwirtschaftliche Niederlassungen zur Versorgung der Stadt, Krankenhäuser und Erholungsheime angelegt werden.

Er berechnet, daß bei der Annahme eines mäßigen Grundpreises — als solchen nimmt er etwa das Hektar zu 200 ℳ an — für denselben Preis, für den der Londoner Grafschaftsrat einen Mann aus ungesunder Wohnung verdrängt und in einer Arbeiterkaserne wieder unterbringt, in einer Gartenstadt sieben Familien in Einzelhäusern mit Gärten untergebracht werden können. Ob die Rechnung stimmt, ist sehr schwer nachzuweisen, soviel ist jedoch klar und auch bereits durch die Erfahrung erwiesen, daß auf neuem Grund und Boden viel weniger Kosten erwachsen, als auf dem Gebiet der alten Städte, und daß die planmäßige Anlage Vorteile für die Entwässerung und für die vernünftige und vorteilhafte Gestaltung des Menschen- und Güterverkehrs mit sich bringt, die nicht leicht zu hoch angeschlagen werden können; denn gerade das Planmäßige ist es, was den jetzigen Großstädten und den englischen besonders fehlt und dessen Fehlen viele Mißstände verschuldet hat. Außerdem verspricht sich der Verfasser für die Landwirtschaft des Bezirkes, in den eine solche Gartenstadt hineingesetzt wird, großen Vorteil dadurch, daß sie einen Markt so dicht vor der Tür hat und dadurch Eisenbahn- und andere Frachten und — wie er hofft — einen großen Teil des Zwischenhandels spart, und auf der andern Seite, meint er, würden die Lebensmittel in einer Gartenstadt bedeutend billiger sein als in den jetzigen großen Städten. Mehrere Abschnitte widmet er dann der Verwaltung der Stadt und entwickelt endlich, wie, wenn die Stadt wächst, neue Gartenstädte in der Umgegend anzulegen seien, von der alten durch genügenden freien Raum getrennt, um jeder reichlich gesunde Luft zu lassen, aber durch Eisenbahnen ebenso gut mit ihr verbunden, wie jetzt die Vorstädte einer Großstadt mit ihrem Mittelpunkt; und wie so allmählich eine Gruppe von untereinander trefflich verbundenen, aber durch Wald und Feld getrennten Städten entsteht — also statt einer Großstadt eine Anzahl von kleineren Gartenstädten, alle inmitten von Wald und Feld gelegen, so daß jeder darin wie auf dem Lande wohnt! Die vervollkommnete Verkehrstechnik wird die ihr dadurch erwachsenden Aufgaben um so leichter erfüllen können, als viele Schwierigkeiten und Kosten, die ihr jetzt in den Großstädten erwachsen, auf dem jungfräulichen Boden der Gartenstadt wegfallen.

Es mag viel Zukunftsmusik in diesem Buche sein, aber der Grundgedanke ist jedenfalls richtig und weist auf den Weg, den die Arbeiterwohnungsbestrebungen nicht nur in England, sondern in allen Industriestaaten einschlagen muß: die Betriebe aufs Land zu legen und in Verbindung mit den gewerb-

lichen Anlagen Dörfer oder Städte, nach den besten gesundheitlichen und — es läuft dem nicht zuwider — künstlerischen Gesichtspunkten anzulegen, mit weitblickender Fürsorge für ihre gesunde Weiterentwicklung und zur Verhinderung ihrer Übervölkerung. Welch herrliche Aufgaben bieten sich da dem Architekten! Hoffen wir, daß, wenn diese Gedanken bei uns Wirklichkeit werden sollten, sich Künstler finden mögen, die eine solche Stadt nicht bloß gesund und zweckentsprechend aufbauen, sondern sie auf die Höhe eines Kunstwerks zu erheben imstande sind.

Fachwerkhaus in Würzburg, Augustinerstraße 1/2.

Vom Professor Ehemann in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 24 im Atlas.)

Der fränkischen Holzbaukunst vergangener Zeiten begegnen wir noch in einer großen Zahl von Wohnhausbauten, die vielfach eine reiche Gestaltung und Ausbildung erfahren haben und in ihrem Aufbau Gelegenheit geben, die Eigenart sowohl in der Formengebung als auch in ihrer Konstruktion kennen zu lernen. Neuerdings wird den erhaltenen Beispielen größere Sorgfalt zugewendet. Sie werden von der verderblichen Putzdecke befreit, so daß ihre ursprüngliche Eigenart wieder zur Geltung kommt. Hier ist besonders die Stadt Miltenberg am Main zu erwähnen, die eine ganze Reihe solcher Holzbauten zeigt, bei denen in erwähnter Weise vorgegangen worden ist. Auch andere Städte wie Rothenburg an der Tauber, Königsberg sind gefolgt, wenn auch bis jetzt nur mit vereinzelten Beispielen. In Würzburg, das eine große Zahl Fachwerkbauten besitzt, ist in neuerer Zeit ebenfalls der Anfang gemacht worden, in gleicher Weise vorzugehen. Ein im Aufbau besonders bemerkenswertes und reich entwickeltes wenig bekanntes Würzburger Beispiel soll hier in Wort und Bild gewürdigt werden.



Das Haus liegt im Mittelpunkt der Stadt in der Augustinerstraße Nr. 1/2. Eine gute Pflege und Unterhaltung wird ihm seit langen Jahren von seiten des Besitzers in dankenswerter Weise zuteil. Jedem Kunstfreunde sei eine Besichtigung dieses Fachwerkhauses warm empfohlen. Es bildet einen Verbindungsbau zwischen zwei Gebäudeteilen und enthält gleichzeitig das Treppenhaus, eine Anlage, wie sie das Mittelalter so oft geschaffen hat. Die in Abb. 1 Bl. 24 wiedergegebene Ansicht liegt an einem umschlossenen Hof und ist von den anliegenden Straßen nicht sichtbar. Das Bauwerk stammt vermutlich aus der Mitte des 16. Jahrhunderts. Eine genauere Angabe über seine Entstehungszeit ist nicht vorhanden, aber Formen und Ausbildung des Holzwerkes sprechen für diese Annahme.

Der Aufbau zeigt ein Erdgeschoß und zwei Stockwerke, ersteres ist mit Ausnahme der massiven Wendeltreppe vollkommen offen und unbenutzt, während der obere Teil Wohnungszwecken dient (Abb. 4 u. 5 Bl. 24). Bemerkenswert ist die Unterstützung im Erdgeschoß, wo ein achteckiger Steinpfeiler von nur 36 Zentimeter Durchmesser die Last der oberen Geschosse aufnimmt. Über dem Pfeiler, den eine schlichte Kapitellplatte abschließt, ist ein Sattelholz angeordnet, mit schöngeschwungenen Konsolen an beiden Seiten. Die Mitte schmückt eine Engelfigur. Sie hält zwei Kartuschen mit Meisterzeichen und Werkzeugen, die wahrscheinlich Beziehungen zum ausführenden Werkmeister und Erbauer haben. Darüber liegt der balkentragende Unterzug, welcher an den Enden auf Kragsteinen ruht. Er ist mit Rundstab und Hohlkehle an der Unterkante gegliedert und mit Löwenköpfen geziert, die ihrerseits ein zweites durchgehendes und vor den Stirnen der Deckenbalken liegendes profiliertes Schwellholz tragen. Darauf ruht alsdann die Schwelle für den ersten Stock. Schwellholz und Schwelle sind übergekragt. Außer den vorgenannten Löwenköpfen ent-

sprechen noch aufgesetzte Knäule auf dem Schwellholz den Hauptpfosten im ersten Geschoß. Das gesamte Fachwerk ist von Eichenholz und zwar, wie die Abbildungen ersehen lassen, in reichen Formen ausgebildet. Besonders sind die Ständer, fünf an der Zahl, zu erwähnen, die die Fläche in vier Felder von ungleicher Größe teilen. Sie sind neben reichem ornamentalen Schmuck noch mit Figuren ausgezeichnet. Während die Pfosten unten bündig mit der Außenflucht des ersten Stockwerks stehen, liegen sie oben bündig mit dem gegen das untere Geschoß um etwa 25 cm übergekragten zweiten Stockwerk. Hierdurch ist eine kräftige und schöne plastische Wirkung der fünf Hauptständer erzielt worden.

Dabei ist zu erwähnen, daß die Figuren, die in Hochrelief gehalten, eine gute Ausbildung in spätgotischem Charakter zeigen, die eine tüchtige an Tylmann Riemenschneider erinnernde Meisterhand verraten. Die Figuren werden von Baldachinen in spätgotischen Formen bekrönt, denen sich die Auskragung in verschiedener Weise anschließt. Bei dem reicher ausgebildeten Mittelständer zeigt die Auskragung einen Figurenschmuck mit Baldachin, die Gerechtigkeit in Engelgestalt darstellend, ebenfalls im spätgotischen Charakter, während an den übrigen Ständern Halbfiguren, Vasen mit Früchten tragend, in Renaissanceformen zur Verwendung kamen und die Auskragung durch hängende Früchte ihren Abschluß gefunden hat (Abb. 6 u. 7 Bl. 24).

Das Holzwerk der Fensterbrüstungen im ersten Stockwerk ist verschieden und reich ausgebildet, wie die Abb. 1 Bl. 24 zeigt. Die übrigbleibenden Flächen, die mehrere Zentimeter zurückstehen, sind mit hellem Putz gedeckt, so daß die Zeichnung des dunkeln Holzwerks zu guter Wirkung kommt. Das Riegelwerk liegt mit der Putzfläche bündig. Es ist schlicht und einfach, über den Fenstern sitzen kleine knaggenartige Kopfbänder in Karniesform mit herzförmigem Ausschnitt. Der Übergang vom ersten zum zweiten Stockwerk entspricht der Bildung über dem Erdgeschoß. Im zweiten Stockwerk tritt eine wesentliche Vereinfachung des Fachwerks ein. Das Riegelwerk ist aus weichem Holz hergestellt und steht mit dem Putze bündig. An Stelle der Fensterbrüstungsplatten treten gebogene und sich kreuzende Riegel mit herzförmigem Ausschnitt und Nase. Auch das Hauptgesims ist entsprechend einfach in seinen Gliederungen gehalten. Es ist auffallend, daß beide Stockwerke so verschiedene Ausbildung erfahren haben, ob ursprünglich nur ein Stockwerk vorhanden war, ob das obere durch Feuer vernichtet, in einfacher Weise ersetzt wurde oder ob es erst später hinzugefügt ist, ist nicht zu ermitteln.

Kommerzienrat Ebemann, der derzeitige Besitzer des vorbesprochenen Hauses, das im Mittelpunkte der Stadt gelegen ist, ist bemüht, dem Bau die nötige Pflege zuteil werden zu lassen.

Das „Wetzlarer Skizzenbuch".

Vom Regierungs-Baumeister Ebel in Wetzlar.

(Mit Abbildungen auf Blatt 25 bis 27 im Atlas.)

Die Frage der Gestaltung der Giebel an der Hoffront des Otto-Heinrichsbaues in Heidelberg veranlaßte mich im Herbst 1902, im Zentralblatt der Bauverwaltung (XXII. Jahrg. Nr. 71 u. 79) die im „Wetzlarer Skizzenbuch" befindliche Giebelzeichnung zu veröffentlichen und mich bereits über den sonstigen Inhalt meines Fundes auszusprechen. Letzteres konnte damals nur in sehr allgemeinen Umrissen erfolgen, und ich war genötigt, mir weiteres vorzubehalten. Auch heute bin ich nicht in der Lage, den Inhalt erschöpfend behandeln zu können. Das einschlägige Schrifttum zählt zu den Seltenheiten der Büchereien und ist außerordentlich zerstreut; zudem konnte ich mir nur bei gelegentlichen Reisen Einsicht verschaffen. In dankenswerter Weise haben mich die Herren Baron H. v. Geymüller und Professor Dr. Haupt bei meiner Arbeit unterstützt. Das Nachstehende mag dazu beitragen, meine früheren Mitteilungen zu berichtigen und die Art des Buches etwas sicherer zu kennzeichnen. Um dem Buche gelegentlich meines früheren Aufsatzes einen Namen zu geben, nannte ich es nach dem Fundort kurz „Wetzlarer Skizzenbuch". Koch und Seitz-Heidelberg haben in ihrem Aufsatze in der Deutschen Bauzeitung (37. Jahrg. Nr. 30 bis 32) bereits auf das Unzulängliche der Bezeichnung „Skizzenbuch" aufmerksam gemacht, da die Zeichnungen über das Maß dessen, was man gemeinhin unter „Skizzen" versteht, hinausgehen; ich erkenne das an, obwohl der Name nun einmal bestehen mag, und führe als weiteres äußeres Zeichen die klare Anordnung, die dem Buche zugrunde liegt, an. Es enthält zwei vollständig getrennte Hauptabschnitte, von denen der erste (Seite 1 bis 79) die Architektur, der zweite (Seite 80 bis 114) die „Mechanischen Künste", wie man damals Baumaschinen u. dgl. nannte, behandelt. Und wiederum der erste weist als Unterteile, die durch leere Blätter voneinander getrennt sind, auf Seite 2 bis 32 Türen und größere Portale, 34 bis 49 Fenster, 53 bis 57a Giebel, 59 bis 62 Brunnen, 63 bis 76 die Säulenordnungen und sonstige Einzelheiten auf. (Mit „56" und „57" sind hintereinander vier Seiten numeriert, von denen die dritte und vierte Seite „56a" und „57a" genannt werden sollen. Blatt 83 ist versehentlich mit „82" beschrieben und soll hier als Skizze 83 aufgeführt werden.)

Sorgfältige Zeichnungen, wie die vorliegenden es sind, mit planmäßiger Anordnung zusammengetragen, dürften mit dem Wesen eines Skizzenbuches gemeinhin allerdings nichts zu tun haben. Zu greifbaren Ergebnissen in der Deutung des Wesens unseres Werkes bin ich jedoch erst nach Untersuchung der Darstellungen im einzelnen gelangt: wir haben es offenbar mit dem Entwurf zu einem regelrechten Lehrbuch zu tun, wie wir dergleichen nach dem Vorbilde der Italiener in Deutschland vom 16. Jahrhundert an mehrfach haben. Zum Text und Druck ist es, soviel wir wissen, bei unserm Meister nicht gekommen, dafür hat das Material unserer Handzeichnungen durch den Fund, der im Besitz von

Professor Dr. Rosenberg in Karlsruhe ist, eine glückliche Bereicherung erfahren. In Italien*) finden wir architektonische Lehrbücher schon in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts. Zu den frühesten zählt Albertis berühmte theoretische Abhandlung De re aedificatoria, die 1485 in Florenz ihre erste Ausgabe erlebte. Demselben Jahrhundert gehören die Abhandlungen Filaretes (1460) und Francescas und die mannigfachen Schriften Leonardos an. Nachdem 1414 der Vitruv entdeckt war, bringt das 16. Jahrhundert eine wahre Fülle von Übersetzungen und Erläuterungen. Von der ersten Übersetzung Fra Giocondos (1511) bis zu den berühmten Kommentaren des Patriarchen Daniele Barbaro (1567) erwähnt Redtenbacher nicht weniger als sieben weitere. Serlios Architectura erscheint um 1540; Vasari folgt 1550, P. Cataneo da Siena, I quattro primi Libri di architettura, Venedig, Aldo, 1554 und 1567, Vignola, Le due regole della prospettiva practica, 1562. Diesen schließen sich die Schriften Palladios 1570, G. A. Rusconis 1590, Montanos, Scamozzis und Radis 1625 an.

In Deutschland finden wir 1575 die erste Vitruvübersetzung (von G. H. Rivius in Basel). Im Jahre 1609 erscheint in Basel Serlios Architectura in deutscher Sprache, 1697 in Nürnberg das dritte und vierte Buch von Scamozzis Architettura universale und 1698 ebendort Andreas Boecklers Palladioübersetzung. Ebenso schnell verbreiten sich Übersetzungen der Italiener in Frankreich. Wie wir Übersetzungen in Deutschland erst vom 16. Jahrhundert an finden, so sind wohl auch frühere selbständige Architekturwerke nicht vorhanden. Zu den frühesten gehört Hans Blums von Lor „Von den fünf Sülen" (Zürich 1558), M. Hans von Schilles „Form und weis zu bauwen . . ." (Antwerpen 1580) und Georgen Haasens Werk (Wien bei Stephan Kreutzer 1583). Von größerer Bedeutung sind Vredemann de Vries' Architectura (Antwerpen 1577 und 1581) und Variae architecturae formae a Johanne Vredemanni Vriesio (Antverpiae excudebat Theodorus Gallaeus 1601), das Baumeisterbuch des Jakob Wolf von etwa 1600 (Germanisches Museum), sowie des Straßburger Malers Wendel Diettorlin „Architectura, Von den Fünff Seulen sampt jhren anhängen Als Fenster, Camin, Thürgericht Portal, Bronnen vnd Epithaphien (1598)". Um dieselbe Zeit erscheinen Gabriel Krammers Architectura (Köln 1599 und Prag 1606) und sein Schweifbüchlein (Köln, gedruckt durch Johann Büchsenmacher 1611), das denselben Verlag wie Rutger Kaesmanns Architectura hat, des Straßburger Statt-Bawmeisters Daniel Speckle „Architectura Von Festungen" (1608), das wichtige Werk Georg Ridingers „Architektur des Maintzischen Churfürstlichen newen Schloßbawes St. Johannspurg zu Aschaffenburg" (Mainz 1616) und Henning Großens d. J. „Schatzkammer mechanischer Künste" (1620). Später als das Wetzlarer Skizzenbuch, aber mit ihm verwandt, sind Wilhelm Dillichs „Peribologia seu muniendorum locorum ratio" (Frankfurt 1641), Johann Wilhelms „Architectura civilis" (1668) und Georgius Andreas Boecklers „Architectura civilis nova et antiqua" (Frankfurt 1663), deren Autor später die Palladioübersetzung übernahm. Von französischen Werken sei nur hingewiesen auf J. A. du Cerceau, Livre d'Architecture (Paris 1561), Reigle Generelle d'Architecture (1568), Alex. Francines „Livre d'Architecture" (Paris 1613), Jacques Francart (Brüssel 1617) und „Règles des cinq ordres d'architecture de Vignole" (Amsterdam).

Von den Blättern des Wetzlarer Skizzenbuches tragen 36 Jahreszahlen: 2 von 1615, 12 von 1616

*) Rudolph Redtenbacher, Die Architektur der italienischen Renaissance, § 11 bis 17; Jakob Burckhardt, Geschichte der Renaissance in Italien.



Abb. 1. Seite 17 im Skizzenbuch.
$^{1}/_{11}$ der Zeichnung.



Abb. 2. Seite 48 im Skizzenbuch.
$^{1}/_{10}$ der Zeichnung.

20 von 1617 und 2 von 1619. Wir haben keine Veranlassung, die übrigen Blätter anders zu datieren. Es ist nun lehrreich zu untersuchen, in welchem Verhältnis unser Buch zu früheren und gleichzeitigen Architekturwerken steht. Vergleichen wir es zunächst mit den deutschen, so finden wir zunächst vier Portale, die aus Wendel Dietterlin stammen. Die Abzeichnung ist sehr getreu, die Perspektive, durch die der Maler seinen Darstellungen mehr Körper verleiht, ist von dem Architekten fortgelassen; Gesimse und Ornament erfahren von ihm eine genauere Behandlung. Die Zeichnung ist mit Bistertusche ausgezogen und mit grauer Farbe in größere Wirkung gesetzt worden. Die Zeichnung auf S. 23 (vgl. Abb. 5 Bl. 25) entspricht der Tafel 67 (Ausgabe von 1862, Verlag von C. Claesen, Lüttich). Auf den Postamenten des Giebels fehlen die Dietterlinschen Aufsätze, ebenso ist die phantastische türartige Füllung fortgelassen, welche der Maler in die Öffnung zeichnet. An der linken Säule fehlt in der Skizze das Ornament des rauhen Mittelquaders. Seite 21 (Abb. 2 Bl. 25) ist der Tafel 70 entlehnt. Wie sorgfältig unser Architekt abzeichnet, ergibt sich daraus, daß er gemäß dem Vorbild auch die beiden Pilasterpostamente verschieden zeichnet. Bei Dietterlin sind auch die Schäfte beider Pilaster verschieden; soweit allerdings versteigt sich unser Autor nicht. Die Füllung der Türöffnung fehlt auch hier. Die Architektur hinter den Pilastern sucht der Architekt etwas klarer zu lösen. Etwas ruhiger wiederum als das vorige ist ein Portal auf Seite 22 (Abb. 4 Bl. 25), das der Tafel 153 bei Dietterlin entspricht. Letzterer fügt der Umrahmung rechts und links je eine Halbsäule an; diese sind hier fortgelassen und führen zu einer anderen Gesimslösung. Die Quaderung, besonders die des Sockels, ist gegen das Vorbild etwas verändert, jedoch ohne den Charakter zu wechseln; die Füllung der Türöffnung und die Postamentaufsätze fehlen auch hier. Die im Wetzlarer Skizzenbuch nicht gezeichneten Knöpfe neben den Kreuzen der Sockel sind unwesentlich. Einige Unklarheiten des Giebelgesimses bei Dietterlin sind hier vermieden. Auf Seite 20 (vgl. Abb. 1 Bl. 25) ist der Mittelteil eines großen Gartenportales von Tafel 155 wiedergegeben; indem rechts und links Teile fortgelassen wurden, sah sich unser Architekt zu einigen Änderungen in den Gesimsen u. m. veranlaßt. Die phantastischen Aufbauten über den Postamenten des Giebels und das groteske schmiedeeiserne Gitter in der Türöffnung fehlen. Das Ornament des rechten Säulenschaftes u. m. ist auch bei Dietterlin auf dem linken fortgelassen. Diese Art und Weise, das Ornament nur anzudeuten, ist von unserem Architekten öfter befolgt worden. Auch sonst sind verschiedene Ähnlichkeiten in Einzelheiten mit Dietterlin festzustellen; am auffälligsten ist es bei der Zeichnung eines Eimers des Brunnens auf Seite 60 (vgl. Abb. 1 Bl. 27 im Atlas und Dietterlin Tafel 33).

Abb. 3. Seite 69 im Skizzenbuch. ½ der Zeichnung.

Wir wenden uns einer anderen Gruppe von drei Zeichnungen zu, die wir wegen der Art der Darstellung, wenn ihre Herkunft nicht bekannt wäre, leicht einer anderen Hand zuschreiben würden. Es sind die Skizzen auf Seite 69, 70 und 71, die vollkommen in der Holzstichmanier der damaligen Zeit mit der Feder gezeichnet sind. Die Schatten sind durch gekreuzte Strichlagen bewirkt, nur der Sockel des Pilasters auf Seite 70 zeigt in der Schattierung Nachhilfe mit Tusche. Die genannten Skizzen sind Vredemanns Architectura entlehnt. Seite 69 (Text-Abb. 3) gibt einen Pilaster und eine Säule aus Bl. I Tuscana, Skizze 70 dasselbe aus Bl. 1 Dorica und Skizze 71 zwei Säulen, die auf Bl. I Jonica Fig. A. und D. entsprechen. Das Vorbild ist jedesmal vorzüglich nachgezeichnet.

Gleich an die Säulenordnungen schließen sich zwei Skizzen an (S. 75 u. 76), die Muster für die Volutenkonstruktion jonischer Säulen geben. Allgemein bekannt sind die beiden Regeln Serlios (Il libro quarto d'architettura) und Vignolas (Regola delli cinque ordini 1610), von denen sie auch in die Architettura Montanos (Roma 1636) übernommen zu sein scheinen. Früher aber als in Vignolas Regola findet sich dasselbe Rezept bei Hans Blum von Lor (1558), und an diesen schließt sich Skizze 75 an; besonders deutet die Art der Zeichnung der Eierstäbe und Perlschnüre darauf hin. Eine dritte sehr bemerkenswerte Vorschrift, die wohl eine noch schönere Linienführung ergibt, findet sich in Gabriel Krammers Architectura, der die Zeichnung auf S. 76 entlehnt ist. Beide Blätter zeigen die Hilfskonstruktion zur Festlegung der Mittelpunkte für die einzelnen Zirkelschläge in die Volute eingezeichnet; und um recht klar zu sein, ist sie in größerem Maßstabe und in Zinnober nochmals besonders herausgezeichnet. Auf Seite 75 ist auch die kleine Hilfskonstruktion in der Volute wie die Partes für die Bestimmung der Höhe der einzelnen Kapitellteile rot eingeschrieben.

Die auf Seite 101 dargestellten Bastionen sind als unmittelbare Abzeichnung nicht nachweisbar. Ähnliches finden wir aber bei Hans von Schille und Speckle, besonders aber in Dillichs Peribologia, die allerdings 1641 erst in Frankfurt erschien. Wie bei einigen Schleusen- und Brückenskizzen zieht unser Architekt hier die farbige Darstellung vor, die das Verständnis außerordentlich erleichtert. Außerdem aber hat er Klappen aufgeklebt, die gestatten, die unteren Minengänge zu studieren. Endlich sei zu Skizze 86, die eine Ramme mit verstellbaren Gleitruten gibt, auf eine ganz gleiche Darstellung bei Johann Wilhelm hingewiesen. Da seine Architectura civilis

erst 1668 erschien, liegt der Gedanke nahe, daß er sowohl wie unser Architekt die gleiche Quelle benutzt haben. Die Art der zeichnerischen Darstellung ist im Wetzlarer Skizzenbuche dieselbe wie bei Johann Wilhelm. Zu italienischen Werken konnte ich nur in einem Fall eine unmittelbare Beziehung feststellen. Seite 26 (vgl. Abb. 2 Bl. 26) stellt ein Portal des von Giac. Vignola für Alessandro Farnese erbauten Castello di Caprarola dar. Dieses findet sich bereits in der Vignola-Ausgabe von 1610 und ist wohl von hier in den Vignola illustrato proposto da Giambattista Spampani e Carlo Antonini (Roma 1770) und die Règles des cinques ordres (Amsterdam) übernommen worden.



Abb. 4. Seite 53 im Skizzenbuch.
$^{1}/_{10}$ der Zeichnung

Soweit im Wetzlarer Skizzenbuch französische Art nachzuweisen ist, entstammen die betreffenden Darstellungen sämtlich derselben Quelle: du Cerceau, Livre d'Architecture. Auf Seite 41, 42 (vgl. Abb. 2 u. 3 Bl. 27), 43 und 44 sind Abzeichnungen der Lukarnen 4, 3, 2, 1 des IIème livre; bei Skizze 44 läßt unser Architekt, wie er es bei seinen Dietterlinschen Abzeichnungen macht, die Perspektive fort. Die Brunnen auf Seite 59 und 62 (vgl. Abb. 4 Bl. 27) entsprechen den Darstellungen 2 u. 5 bei du Cerceau. Die Abzeichnungen sind außerordentlich gewissenhaft; sie sind zugleich bemerkenswert für die Gepflogenheit unseres Meisters, das Ornament nur anzudeuten. Allen ist die Zeitbestimmung von 1617 gemeinsam.

Insgesamt sind im vorstehenden 16 Blatt als Abzeichnungen aus deutschen, italienischen und französischen Architekturwerken nachgewiesen worden. Ich bin überzeugt, daß jemand, dem weiteres Schrifttum zur Verfügung steht, oder der Gelegenheit hat, in Florenz und Paris die Handzeichnungen der Renaissancemeister durchzusehen, noch weitere ähnliche Beziehungen feststellen wird.

Eine weitere Gruppe in unserm Skizzenbuch bilden die Blätter, die wie die Wiedergabe des Portals vom Castello di Caprarola Darstellungen von Teilen noch vorhandener Bauten sind und, solange sie als Abzeichnungen nicht nachgewiesen sind, von uns nicht anders als eigene Aufnahmen angesehen werden können. Daß überhaupt solche in unserm Buch enthalten sind, halte ich aus der Form der Aufschriften auf Seite 57 und 104 („dießer giebel steht zu Heidelbg. im Schloß uff Ott Heurichs Bauw“ und „Heuwag zu Speyer“) für erwiesen. Für die Annahme, daß die Aufschrift des Heidelberger Giebelblattes, wie Koch und Seitz es in ihrem Aufsatz für möglich halten, später zugesetzt sei, ist kein Grund vorhanden. Sie stammt von derselben Hand wie bei Bl. 104, 82, 83, 84 und den Maßstäben. Von den Italienern wissen wir es zur Genüge, wie fleißig sie alte Bauwerke aufgemessen haben, und bezüglich Deutscher braucht nur an Holl und Heinrich Schickhardt (vgl. Handschriften und Handzeichnungen des herzogl. württemberg. Baumeisters Heinrich Schickhardt von Dr. Wilhelm Heyd, Stuttgart 1902) erinnert zu werden. Wir unterscheiden Aufnahmen italienischer und deutscher Herkunft. Zu den ersten rechnet Seite 17 (Text-Abb. 1), welche das innere Portal des Saales in der Laurenziana in Florenz bringt, ein Motiv, das auch in La Liberia Mediceo-Laurenziana da Gi. J. Rossi, Firenze 1739, Fig. 9 und 13 gezeichnet ist. Wir können mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß unser Meister selbst in Florenz war und das Portal dort aufgemessen hat, denn noch eine ganze Reihe von Blättern verweisen auf Michelangelos Bibliothek und ihre Schule. So stimmt das Portal auf Seite 10 in den Grundlinien seiner Architektur auffällig mit dem äußeren Portal des Bibliotheksaales (vgl. Rossi, Taf. II und Burckhardt, Geschichte S. 94) überein, und einige andere, wie Skizze 2, 3, 4, 7, 8, 9, 14, 24, zeigen zwar die Hand eines deutschen Meisters, lehnen sich aber an Motive Michelangelos an. In welcher Weise fremde Motive von unserm Meister verwendet wurden, beweist am besten Skizze 18. Das Portal entstammt offenbar dem kleinen Palazzo Spada in Rom (vgl. H. Strack, Baudenkmäler Roms des 15. bis 19. Jahrhunderts, Berlin 1891), zu dem Giebel und Inschrifttafel hinzugezeichnet sind.



Abb. 5. Seite 57a im Skizzenbuch.
$^{2}/_{10}$ der Zeichnung.

Aufnahmen deutscher Herkunft sind zahlreicher. Seite 5 (vgl. Abb. 1 Bl. 26) gibt das Portal an der Hauptfront der Michaelis-Hofkirche in München, welche 1582 bis 1597 von Wolfgang Müller erbaut worden ist. Ein Vergleich mit der Wiedergabe in Fritsch, Denkmäler deutscher Renaissance, lehrt, daß unser

Blatt zwar einige Ungenauigkeiten an den Sockeln, dem Giebel und Oberlicht aufweist, aber im ganzen ziemlich getreu ist; die Kanneluren sind auch hier nur angedeutet.

Von den sieben Giebelzeichnungen ist außer dem Heidelberger Blatt (Seite 57) nur die Zeichnung auf Seite 57a (Text-Abb. 5) festzulegen gewesen. Sie gibt die Teilung und Kontur des Giebels auf dem Alten Gymnasium in Mainz. Um die Art und Weise, wie unser Meister sich der peinlichen Darstellung des Ornaments entzieht und nur die Hauptlinien festlegt, deutlicher zu machen, sei zum Vergleich eine Photographie des Mainzer Giebels gegeben (vgl. Text-Abb. 8); in bezug auf die Darstellung geben auch die übrigen später anzuführenden Giebel einige Anhaltspunkte, die für die Deutung der Heidelberger Giebelzeichnung, besonders ihrer Umrißlinien von Wert sind. Bezüglich des Heidelberger Giebels ist von Koßmann in Karlsruhe in der Badischen Landeszeitung richtig bemerkt worden, daß das früher von mir als *H* angeführte Zeichen am Sockel der mittleren Putte über den senkrechten Balken zwei *I*-Punkte führt. Daraus aber zu schließen, es handle sich um die Nachzeichnung einer Originalzeichnung Jakob Heiders, scheint mir immerhin gewagt, einmal entbehrt das zweite *I* in dem Monogramm der Deutung, zweitens aber würde unser Meister seiner schon erwähnten Überschrift wohl eine andere Fassung gegeben haben. Diese läßt nur die Deutung zu, daß der Giebel, wie er hier gezeichnet ist, auch wirklich um 1615 bis 1619 bestanden habe.

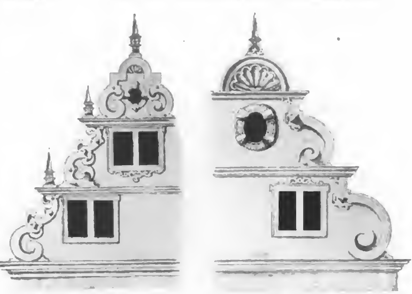


Abb. 6. Seite 55 im Skizzenbuch. Abb. 7. Seite 56 im Skizzenbuch.
¼ der Zeichnungen.



Abb. 8. Giebel vom Alten Gymnasium in Mainz.

Wäre die Giebelzeichnung eine Abzeichnung nach einem vorhanden gewesenen Risse, so müßten auch Skizze 64, 65, 66 (vgl. Abb. 3 Bl. 25) Abzeichnungen sein, wofür der Beweis erst zu erbringen wäre. Ich halte auch sie für Aufnahmen. Sie entstammen der Balustrade an der Treppe der großen Terrasse vor dem Friedrichsbau in Heidelberg und sind, wie Fundstücke erwiesen haben, ebenso an der großen Grotte Salomon de Caus' als Bekrönung der Futtermauern vorhanden gewesen. Eine Variante zu dem auf Seite 64 gegebenen Baluster zeigt Seite 63. Seite 91 gibt sodann einen Binder des Dachstuhls von dem jetzt wieder vielerwähnten Lusthaus in Stuttgart, das nach 1584 von Georg Beer von Bönnigheim erbaut wurde und 1845 verloren ging. Nach den sorgfältigen Aufnahmen Beisbarths hat Dohme wohl in seiner Deutschen Baukunst den Querschnitt durch das Gebäude gegeben. Ein Vergleich damit beweist die genaue Übereinstimmung in der Dachkonstruktion. Die gewölbte Decke des Saales, welche an den Dachstuhl gehängt war, nahm bekanntlich das große Gemälde Wendel Dietterlins von Straßburg auf. Es läßt sich annehmen, daß mit diesem sein Landsmann Ridinger in Verbindung stand, und so läßt sich die Verwandtschaft des Dachstuhls erklären, der einst in Aschaffenburg über dem Kaisersaal angeordnet war und in Ridingers Werk uns überliefert ist.

Den Schluß der Aufnahmen deutschen Ursprungs bildet die schon erwähnte Speyerer Heuwage (Seite 104). Ähnliche Wagen finden wir als Illustrationen der Vitruv-Übersetzung des Rivius und bei G. A. Rusconi (Venetia 1590).

Ebenso wie ich das Kapitel der Abzeichnungen nicht erschöpft zu haben glaube, so mag auch außer den angeführten Skizzen manche weitere die Frucht von Aufnahmen sein. Ob es möglich sein wird, alle etwaigen Aufnahmen nachzuweisen, scheint zweifelhaft, da zum Vergleich doch nur

von den vielen früheren Renaissancebauten der Rest der heute noch erhaltenen herangezogen werden kann.

Weiter läßt sich aus den Blättern des Wetzlarer Skizzenbuches eine dritte Gruppe zusammenstellen, die wir wohl als Entwürfe auslegen können. Schon bei Blatt 18 sahen wir, wie unser Meister unter Verwendung des Portales vom kleinen Palazzo Spada zu einer neuen Komposition gelangte. Da das eigentliche Portal keine Änderung erfahren hat, zählten wir die Zeichnung zu den Aufnahmen. Bei andern Blättern liegen die Beziehungen zu noch erhaltenen Portalen, Fenstern u. m. klar zutage, die Darstellungen weisen aber Abweichungen von dem Vorhandenen auf, und ich nehme daher an, daß es sich um Entwürfe handelt, die unser Meister entweder abgezeichnet oder selbständig erfunden hat. Besonders reich sind die Beziehungen zum Schloß von Aschaffenburg, das Georg Ridinger von Straßburg 1605 bis 1613 erbaut hat. Skizze 48 (Text-Abb. 2, S. 260) gibt die Fenster des ersten Geschosses. Die Ohren der Umrahmung sind im Verhältnis zur Ausführung Zutat. Unter der Krone ist die Konsole fortgelassen und infolge dessen ist der Schmuck des Frieses und das Ornamentwerk unter der Krone anders gestaltet. Im übrigen entspricht die Zeichnung genau dem vorhandenen Fenster. Große Ähnlichkeit mit Skizze 48 zeigen Skizze 37, 38, 40 und die beiden Fenster auf Blatt 45. Skizze 38 zeigt einen ähnlich geschweiften und gebrochenen Giebel wie die Fenster des ersten Stockes am Mainzer Schloß. Weiter verweisen zwei Portale des Wetzlarer Skizzenbuchs auf das Aschaffenburger Schloß. Im Hofe daselbst finden wir drei gleiche Portale am Nordost-, Nordwest- und Südostflügel. Die Entwurfzeichnung zu einem solchen gibt Seite 28 (vgl. Abb. 3 Bl. 26). Im Widerspruch zur Ausführung, die Pilaster zeigt, stehen die Säulen der Zeichnung. Über den Pilastern zeigt das Gebälk im Befund eine Verkröpfung; über den Säulen wäre eine solche erst recht notwendig und ist von unserm Meister wohl nur versehentlich fortgelassen worden. Einige weitere Abweichungen sind unwichtig. Eine Bereicherung zur Kenntnis des früheren Zustandes des Hauptportals des Schlosses bildet Skizze 32 (Abb. 4 Bl. 26). Heute liegt über dem rundbogigen Portal eine Tür, die eine ähnliche Umrahmung wie die benachbarten Fenster zeigt und rechts und links unorganisch von zwei Pilastern eingefaßt ist. Sie führt zu einem Balkon, mit dem sie, nach dem schmiedeeisernen Gitter zu schließen, um 1800 angelegt worden ist. Statt ihrer lag ursprünglich über dem Portal eine Wappennische, wie sie bei Merian und in dem Ridingerschen Werke gezeichnet ist. Von ihr stammen die beiden noch erhaltenen Pilaster neben der Tür her. Von der Ridingerschen Zeichnung, die einen rundbogigen Giebel über der Nische zeigt und die Quaderung nicht über der Nische herumführt, weicht unsre Darstellung ab, ist ihr sonst aber gleich. Neben dem Portal gibt unser Blatt wie bei dem Hofportal ebenfalls Säulen an Stelle von Pilastern; ebenso ist die Scheitelkonsole, abweichend von der Ausführung, in der einfachen Art des Hofportales gezeichnet. Das Ornament des Frieses ist fortgelassen. Im übrigen stimmt unsere Entwurfzeichnung mit der Ausführung überein.

In der Art der Rustikabehandlung sind mit den beiden Aschaffenburger Portalen zwei große Gartenportale auf Seite 30 und 31 (Abb. 5 Bl. 26) gleich. Jede derselben zeigt zwei voneinander verschiedene Hälften, ein deutlicher Beweis mehr dafür, daß wir es mit Entwürfen zu tun haben. Die Balustrade auf dem Portal Seite 31 zeigt große Ähnlichkeit mit den erwähnten Heidelberger Zeichnungen 64 bis 66 (vgl. Abb. 3 Bl. 25). Das Fenster auf Bl. 49 zeigt große Verwandtschaft mit einem solchen am Englischen Bau des Heidelberger Schlosses; auch am Treppenturm des Offenbacher Schlosses ist ein ähnliches Fenstermotiv zu finden. Die Giebel auf Seite 53 (Text-Abb. 4), 54, 55 (Text-Abb. 6), 56 (Text-Abb. 7) und 56a zeigen in der Gliederung, Kontur, der schwimmenden Anordnung der Fenster und deren Umrahmung sämtlich Ridingersche Schule, der wohl auch die Brunnen auf Seite 60 (vgl. Abb. 1 Bl. 27) und 61, die Portale Seite 19 und 25, sowie die Giebelaufsätze auf Seite 73 und 74 angehören.

Wenn wir die letztgenannten Giebel, Brunnen, Portale und Fenster deutscher Herkunft, solange sie nicht als Abzeichnungen oder Aufnahmen nachgewiesen werden, am ehesten als Entwürfe auslegen können, so dürfen wir das bezüglich des Restes der Blätter, die italienische, französische und vielleicht holländische Art zeigen, nicht ohne weiteres. Wir müssen sie vielmehr als Abzeichnungen oder als Aufnahmen ansehen. Die Zeichnungen, welche italienische Art zeigen und noch nicht erwähnt sind, Seite 11 und 12, sind so allgemein gehalten, daß wir sie schwer bestimmen können; sie scheinen am meisten an Palladio anzuklingen. Seite 13 und 15 erinnern an holländische, Seite 16, 27, 29, 34, 35, 36, 39 und 105 an französische Motive. Seite 27 und 105 sprechen sehr für die Art du Cerceaus.

Wir würden von den vielseitigen Interessen, die ein Renaissancemeister hatte, ein unvollkommenes Bild bekommen, wenn wir den zweiten Hauptabschnitt unseres Buches, die „Mechanischen Künste", übergehen wollten. Das Schrifttum über dergleichen Zimmerkonstruktionen ist vorher schon besprochen worden. Das erschöpfendste und beste Material bringt entschieden Leonardo, dessen Zeichnungen im Codice Atlantico di Leonardo da Vinci (Milano, Ulrico Hoepli) jetzt veröffentlicht werden. Jedem der übrigen Lehrbücher kommt unser Buch an Inhalt durchaus gleich, und es übertrifft sie häufig in der Klarheit der Darstellung.

Der Dachstuhl vom Lusthaus ist bereits erwähnt worden, ein ähnlicher, ebenfalls eine flachbogige Tonne aufnehmend, ist auf Seite 92 dargestellt. Um ihn recht deutlich zu machen, ist er perspektivisch gezeichnet und farbig behandelt. Einen Dachstuhl mit zweifacher Kehlbalkenanordnung übereinander zeigt Seite 89, mit dreifacher 94. Seite 96 bringt eine Brücke im Aufriß; diese Darstellung hat unserem Meister nicht genügt, daher bringt er dieselbe Konstruktion auf dem nächsten Blatt nochmals in Perspektive und Farbe.

Als Wasserbauer zeigt er sich in seinen Entwürfen zu einem Schiffshebewerk (Seite 102) und einer Kastenschleuse (Seite 103). Endlich finden wir in unserem Buche wertvolle Mitteilungen über Baumaschinen. Seite 80 zeigt einen dreibeinigen Bock mit Flaschenzug, Seite 87 eine Standwinde mit verstellbarem Rollenschlitten. Die Ramme mit verstellbaren Gleitruten haben wir unter den Abzeichnungen bereits erwähnt; endlich finden wir eine Pfahlrostramme auf Seite 88 (Text-Abb. 9). Blatt 98 (Text-Abb. 10) führt uns einen drehbaren Kran zum Aufziehen der Werksteine vor, wie wir solchen heute noch in Andernach finden. Die Einzelheiten dazu, den „Obergrund", „Uffrecht Seit", „Underst-

grund“, das Schwungrad und den Ausleger mit Rollenschlitten bringen Seite 82, 83 und 84. Den Reigen schließt Seite 95 mit der Darstellung einer einstiefligen Feuerspritze. Da eine solche erst 1602*) in Nürnberg erfunden war, so dürfte das vorliegende Blatt zu einer der ersten Darstellungen gehören. Da wir nicht wie bei den Zeichnungen auf Seite 91 und 86 den Ursprung unsrer Zeichnungen kennen, können wir sie wohl als Aufnahmen und Entwürfe ansehen. Alles in allem bildet das Kapitel der „Mechanischen Künste“ eine überaus wertvolle Ergänzung des in andern Werken gebotenen Stoffes. — So finden wir sowohl im ersten Abschnitt des Buches wie im zweiten bezüglich des Inhalts dieselbe Zusammensetzung: Abzeichnungen, Aufnahmen und Entwürfe. Da für den eignen Gebrauch in einem festgebundenen Buche mit zielbewußter Anordnung und größter Sorgfalt ein so umfangreiches Material kaum jemand zusammentragen dürfte, gehen wir wohl nicht fehl, wenn wir annehmen, daß unser Meister sich mit dem Gedanken trug, ein Werk zum Allgemeinbesitz zu schaffen.

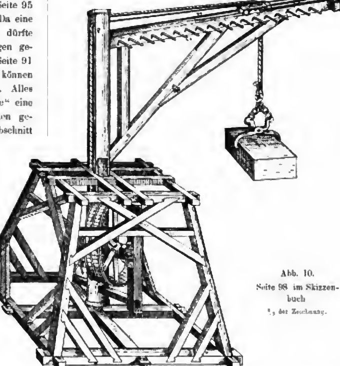


Abb. 10.
Seite 98 im Skizzenbuch
½ der Zeichnung.

Bezüglich der Monogramme bleibt zu meinem früheren Aufsatz etwas zu berichtigen. 37 Zeichnungen tragen das Zeichen des Meisters, das verschiedenartig lautet: allen gemeinsam ist das *E*, zu diesem tritt einmal ein *L*, 16mal ein *A*, 6mal *A H R*, 14mal *A H R S*.

Abb. 9.
Seite 88 im Skizzenbuch.
½ der Zeichnung.

Die Monogramme tragen sämtlich denselben Charaktor, und man darf daher aus der Verschiedenheit der Zusammensetzung nicht auf verschiedene Verfasser schließen, ebensowenig wie aus den verschiedenen Darstellungsweisen der Skizzen, die, wie wir gesehen haben, sich aus ihrer mannigfachen Herkunft ergeben. Etwa ein Drittel der Blätter trägt Maßstäbe, abgesehen von denen, die eingeschriebene Maße aufweisen. Die Maßbezeichnung ist etwa zehn Blättern beigeschrieben und ist als „Schuch“, „Palmi“, „Unzen“ „Pes“ gegeben. Über diese gibt Rivius die nötigen Aufklärungen.

Über die Person des Meisters gibt auch die genauere Sichtung des Inhalts keinen weiteren Anhalt. Daß wir es mit einem Architekten, nicht mit einem Maler wie in Wendel Dietterlin zu tun haben, braucht nach Durchsicht des Inhalts nicht erst erwähnt zu werden. Mit Rücksicht auf die vielfachen vorherrschenden Beziehungen zur Ridingerschen Schule möchten wir ihn allenfalls als Angehörigen derselben anzu-

*) G. v. Below, Das ältere deutsche Städtewesen und Bürgertum. (Velhagen und Klasing, Bielefeld und Leipzig.)

sehen haben, der auch Dietterlin und Speckle nahe standen. — Mit dem Wetzlarer Skizzenbuche erfährt das geringe architektonische Schrifttum der Renaissancezeit und das Handzeichnungsmaterial eine wesentliche Vermehrung. Sein Wert liegt in seiner außerordentlichen Vielseitigkeit, die kaum von einem der andern Lehrbücher übertroffen wird. Einzelheiten, wie Giebel und eine Reihe der Baumaschinen, bilden eine schätzenswerte Ergänzung des bisher bekannten Stoffes. Und unter den Handzeichnungen gebührt den Blättern wegen ihrer außerordentlichen Sorgfalt gewiß ein ehrender Platz.

Beiträge zur Geschichte der Grundsteinlegung.

Vom Stadtbauinspektor P. Rowald in Hannover.

(Fortsetzung.)

Gründungssagen der Punier, Griechen und Italiker.

Wie es Brauch des Altertums war, beim Opfer auf die innere Leibesbeschaffenheit des Schlachttieres ängstlich zu achten, so galt auch, was man im Eingeweide der Erde beim Aufgraben des Grundes der Mauern und Tempel fand, als in hohem Grade vorbedeutsam.

Über die Gründung der Stadt Karthago (880 v. Chr.?) berichtet M. Junianus Justinus, nachdem er den Namen der Burg „Byrsa", welcher im Griechischen „Fell" bedeutet, aus der in schmale Streifen zerschnittenen Rindshaut erklärt, mit welcher die aus Sidon flüchtige Dido den von ihr für sich und ihre Begleiter in Größe eines Felles erbetenen und von Jarbas überwiesenen Ruheplatz umfaßte: „Im Einvernehmen mit den Landesbewohnern schritt man bald auch im Anschluß an die Burg zur Erbauung der Stadt, nachdem ein jährlicher Grundzins festgesetzt war. Bei der ersten Gründung wurde ein Stierkopf gefunden, eine Vorbedeutung, welche auf eine zwar mit Früchten der Erde gesegnete, aber arbeitsvolle und ewig dienstbare Stadt schließen ließ. Deswegen wurde der Platz aufgegeben, und die Gründung noch einmal an einer anderen Stelle vorgenommen. Auch hier wurde ein Kopf, und zwar diesmal der eines Pferdes gefunden, und da dies Zeichen auf dereinstigen Kriegsruhm und Macht hindeutete, gab es der Stadt den glückgeweihten Sitz. Bald strömten auf den Ruf der neuen Stadt Ansiedler zu, und in kurzem ward Volk und Staat groß." Die Aeneïs bestätigt die Nachricht.

Auch Alexandria in Ägypten erfreute sich eines bedeutsamen Gründungsereignisses. Plutarch erzählt im Leben Alexanders, Kap. 26: „Als Alexander nach Eroberung Ägyptens (331 v. Chr.) eine große und volkreiche griechische Stadt erbauen und ihr seinen Namen beilegen wollte, schien ihm nachts im Traum ein ehrwürdiger Greis vor sein Bett zu treten und die Verse herzusagen:

„Eine der Inseln liegt in dem weit aufwogenden Meere
Vor des Aegyptos Strom und Pharos wird sie genennet."

(Odyssee IV 354, 355). Er begab sich darauf sogleich nach Pharos, welches damals noch eine Insel war, ein wenig oberhalb der kanobischen Mündung des Nils, jetzt aber durch einen Damm mit dem festen Lande verbunden ist. Da er nun die bequeme und treffliche Lage der Gegend (im Rücken der Insel) in Augenschein nahm, den schmalen Landstrich zwischen dem See Mareotis und einem großen Seehafen (den Homer gleichfalls erwähnt), rief er aus: „Homer verdient doch in allen Stücken Bewunderung: er ist sogar der geschickteste Baumeister." Zugleich gab er Befehl, einen angemessenen Grundriß der Stadt zu entwerfen. Es war aber keine Kreide zur Hand. Daher zeichnete man mit Mehl auf schwarzem Boden den Plan in Form eines mazedonischen Kriegsmantels (als längliches Rechteck von 5,1 zu 1,1 Kilometer Seite). Plötzlich erschien eine ungeheure Menge Vögel aller Arten gleich einer Wolke, welche das Mehl völlig verspeisten. Den hierüber bestürzten Alexander beruhigten die Wahrsager mit der Erklärung, daß die geplante Stadt die reichste und wohlhabendste sein und Menschen aus allerlei Völkern ernähren werde."

Curtius berichtet gleichfalls, daß der Stadt Mauern mit gemahlenen Gersten abgemessen, fügt aber hinzu: „nach der Mazedonier Brauch". Auch er erzählt das Vorzeichen der fressenden Vögel, wonach die Stadt sehr volkreich und vieler Länder Speisekammer werden sollte. Andere Schriftsteller, Strabo, Arrianus, sehen schon in der zufälligen Bestreuung des Mauernzuges mit Mehl allein die günstige Vorbedeutung. Letzterer betont, daß der König mit eigener Hand die Absteckung der Stadt, die Bezeichnung des Marktes, der Tempel und des Mauerumfanges vorgenommen habe.

Über das in der Baugrube des Kapitols gefundene vorbedeutsame Menschenhaupt wird weiter unten die Rede sein.

Die künstliche Veranstaltung solcher Vorzeichen schildert ergötzlich Lucianus (im 2. Jahrhundert nach Chr.) in seiner Lebensgeschichte des Magiers Alexander, welcher zu Abonoteichos in Paphlagonien einen Tempel des Asklepios gründete, dem er als orakelspendender und heilkundiger Priester vorstand. Dieser Alexander schlich sich bei Nacht an den Ort, wo das Fundament zu dem Tempel gegraben wurde. Ein ausgehöhltes Gänseei, das, wohl verklebt, eine kleine eben erst ausgeschlüpfte Schlange verbarg, legte er in der wassergefüllten Ausschachtung nieder. Am andern Tage mit dem frühsten eilt er herbei, nackt, mit goldenem Lendengürtel und krummem Säbel, redet das Volk an, steigt in die Grube des angefangenen Tempelbaues, singt mit mächtiger Stimme Hymnen auf Asklepios und Apollon, und ruft des ärztlichen Gottes gnadenreiche Erscheinung für die Stadt herbei. Hierauf schöpft er mit einer Schale das Ei herauf, zerbricht es und zeigt die junge Schlange um seinen Finger geringelt vor. „Hier habe ich den Asklepios", ruft er jubelnd. Das Volk brach in lautes Geschrei aus, hieß den Gott willkommen und erflehte sich von ihm Schätze, Überfluß, Gesundheit.

Griechische Sagen beschäftigen sich wohl mit den Gründern, niemals mit der Grundsteinlegung als baulicher Feierlichkeit. Poseidon baute auf Zeus' Geheiß dem König Laomedon

die Mauern Troias, wie er, Ilias XXI 446—447, selbst erzählt:

„Ich nun selbst erbaute der Troer Stadt und die Mauer
Breit und schön, der Feste zur undurchdringlichen Schutzwehr."

Der Lohn wurde ihm, wie später den mittelalterlichen dämonischen Baumeistern, vorenthalten. Nach Pindar waren Poseidon, Apollon und Aeakos die Erbauer der trojanischen Mauer. An dem von dem sterblichen Aeakos errichteten Teil wurde die Stadt erobert. Nach dem homerischen Hymnos legt zu seinem delphischen Tempel

„Phoebus Apollon die Gründung
Weit und breit umher. Und die steinerne Schwelle des Tempels
Setzten die Meister darauf, Trophonios und Agamedes,
Beide die Söhn' Erginos' und lieb den Unsterblichen allen."

Die Zwillinge Amphion und Zethos, Söhne des Zeus und der Antiope, in einer Grotte ausgesetzt, wo sie ein Hirt fand, rächten, nachdem sie erwachsen, ihre von den Verwandten übel behandelte Mutter, bemächtigten sich der böotischen Herrschaft, vereinigten mit der Burg Kadmea die Unterstadt Thebe und gründeten der letzteren betürmte siebentorige Mauer. Amphion soll vor dem Bau dem Hermes einen Altar errichtet und dafür die Lyra zum Lohn erhalten haben, nach deren Klange sich die Steine selbst zusammenfügten. Die Megarer schrieben eine ihrer beiden Burgen ihrem Helden Alkathoos zu und zeigten einen Herd der Götter, welche sie die Prodomeis, die Verbauenden, nannten, und denen Alkathoos zuerst geopfert haben soll, als er die Fundamente der Mauern beginnen wollte. Beim Bau half ihm Apollon, der inzwischen seine Zither auf einen Stein neben jenem Herde legte. Wie eine Zither ertönte dieser Stein, wenn man einen kleineren Stein gegen ihn warf. Die Mauern und das Löwentor von Mykenae sollen Werke der Kyklopen sein, welche auch dem Proetos die Mauer von Tiryns erbaueten.

Bei Griechen und Italikern sehr häufig sind die Sagen von verwandelnden Tieren. Kadmos, von Delphi her einer Kuh folgend, welche auf beiden Seiten einen vollmondförmigen Fleck hatte, baute da, wo das Rind sich ermattet niederließ, die Kadmea, die Burg von Thebe, mit Hilfe der Helden, welche den ausgesäten Zähnen des von Kadmos getöteten Drachens entsprossen waren, der die Quelle des Ortes bewachte. Die Boiaten folgten einem von der Artemis gesandten Hasen zu dem Platze ihrer künftigen Stadt Boiai. Ein Rabe, Apollons Weissagevogel, zeigte der auf Andrängen der Pythia unter Battos nach Nordafrika abgegangenen dorischen Kolonie den Platz ihrer künftigen Stadt Kyrene an.

Über italische Wanderzüge zur Anlage neuer Niederlassungen berichtet Strabo: Die Picenter, Bewohner von Picenum, der Landschaft südlich von Ancona am adriatischen Meer, sind ausgewanderte Sabiner. Ein Schwarzspecht zeigte den Anführern den Weg, woher sich ihr Name schreibt. Denn sie nennen den Vogel Picus und glauben, daß er dem Mars geheiligt sei. Die Hirpiner, samnitischen Stammes, östlich vom Vesuv, erhielten den Namen von dem ihre Kolonie führenden Wolf, den sie „Hirpus" nennen, und der gleichfalls dem Mars heilig ist. Ein anderer Teil der Samniter ging im Lande der Umbrer auf Kolonialgründung aus. An ihren Zug knüpft sich der Bericht vom ver sacrum, dem geheiligten Frühling. Die schon lange Zeit mit Umbrern kämpfenden Samniter taten, wie einige der Hellenen, das Gelübde, das in diesem Jahr Erzeugte den Göttern zu weihen. Als sie nun gesiegt hatten, opferten sie einen Teil des Erzeugten, einen andern weiheten sie. Weil aber Mißwachs eintrat, so äußerte einer, man hätte auch die Kinder weihen sollen. Auch dieses taten sie nun und gelobten die damals geborenen Knaben dem Mars, die sie dann, als sie zu Männern herangewachsen, auf Ansiedlung aussandten. Ein Stier führte sie. Als sich dieser nun im Lande der Opiker niederlegte, so verjagten sie die alten Einwohner, siedelten sich dort an und schlachteten den Stier dem Mars, welcher ihnen denselben nach dem Ausspruche der Wahrsager zum Führer gegeben hatte.

Überirdische Weisungen bestimmten den Platz Laviniums und Albas, der Mutterstädte Roms. Als Aeneas, sein Sohn Julus und seine Gefährten, aus Trojas Brande fliehend, zur Tibermündung gelangt waren, aßen sie am Strande lagernd Früchte, welchen sie runde Scheiben Backwerks untergelegt hatten. Nach dem Obst bissen sie auch das Gebackene an. Da entschlüpfte dem jungen Julus der Ausruf: „Nun verspeisen wir gar unsere Tische." Aeneas griff das Wort rasch auf:

„Heil dir", rief er sofort, „o du Land, mir verheißen vom Schicksal!
Heil, Heil euch Penaten, die treu ihr folgtet von Troja!
Hier ist Heimat und Haus! So meldete, jetzo gedenk' ich's,
Mir mein Vater Anchises die dunkelen Winke des Schicksals:
„„Wann dich Hunger, o Sohn, wo zum Fremdlingsstrand du hinanfuhrst,
Einst nach geschmälerter Kost gar zwingt zu verzehren die Tische:
Dann erwarte den Sitz, du Ermüdeter, und an dem Orte
Gründe zuerst mit der Hand und befestige Häuser mit Erdenwall.""
Dies war also der Hunger, der uns am Ende bevorstand,
Um dem Verderben zu stellen ein Maß. —
Jetzo sprengt aus Schalen dem Zeus und ruft den Anchises,
Unseren Vater mit Flehn und Wein stellt wieder dem Mahl auf."
Dieses gesagt, umflicht er mit laubigem Zweige die Schläfen;
Dann den Genius ruft er des Orts, und die Erste der Götter,
Tellus, die Nymphen zugleich und die noch unerkundeten Ströme,
Flehend; die Nacht alsdann und der Nacht aufgehende Zeichen;
Auch den idäischen Zeus und die phrygische Mutter mit jenen
Ruft er und beid' im Himmel und Erebus wohnende Eltern (Venus und Anchises).
Doch der allmächtige Zeus, dreimal aus heiterem Himmel
Donnert er laut, und ein Strahlengewölk, das im Lichte des Goldes
Funkelte, zeiget er selbst mit erschütternder Hand von dem Äther.

In der nächsten Frühe entsendet Aeneas seinen Sohn mit stattlicher Begleitung zum Könige des Landes, um Frieden auszuwirken.

Aber er selbst ummarkt mit niedrigem Graben den Anbau
Und arbeitet den Ort und den ersten Sitz am Gestade,
Gleich wie ein Lager des Kriegs, umschanzt er mit Zinnen und Erdwall.

(Virgil. Aeneis VII. Gesang, 107 bis 159.)

Die hier erbaute Stadt nannte Aeneas Lavinium nach seiner zweiten latinischen Gemahlin Lavinia. Dreißig Jahre später gründete Julus von hier aus die Stadt Alba longa an dem Platze, wo alsbald nach der Stiftung Laviniums Aeneas ein weißes weibliches Schwein mit dreißig weißen Ferkeln im Eichenwalde lagernd getroffen hatte, das er mit samt den Jungen der Juno opferte. Dieser Fund war ihm vom Flußgott Tiberinus im Traum als vorbedeutend bezeichnet worden.

Die Gründung Roms und andere römische Gründungen.

Aus dem von Julus sich ableitenden albanischen Königsgeschlechte stammten Romulus und Remus, die Söhne der

Vestalin Rhea Sylvia und des Mars. Amulius, ihr Großoheim, der ihren Großvater Numitor vom Thron gestoßen hatte, ließ die Zwillinge im angeschwollenen Tiberstrome aussetzen, wo sie in ihrer Wanne am Fuß des Palatinshügels strandeten. Eine Wölfin liebkoste und säugte sie, als der königliche Oberhirte Faustulus (Glückskind) sie auffand. Ein Denar der Gens Pompeja (von 113 v. Chr.) (Abb. 9) stellt


Abb. 9. Denar der Gens Pompeja.


Abb. 10. Denar der Gens Memmia.


Abb. 11. Denar des Augustus.

diesen Vorgang dar, welchen zwei Spechte des Mars und das Käuzchen der Vesta von den Zweigen des ruminalischen Feigenbaums her überwachen. Faustulus und seine Frau Acca Larentia zogen die Knaben in ländlicher Stille zu starken und tatenlustigen Jünglingen auf. An der Spitze einer Schar von Altersgenossen setzten sie, mit ihrer Herkunft bekannt geworden, ihren Großvater Numitor wieder in seine alte Würde ein, nachdem sie den Amulius getötet. Numitor stellte ihnen den Ort ihrer Auffindung und Erziehung zur Verfügung, um entfernter von Alba ihre Herrschergaben zu verwerten. Das weitere schildert Ovidius in den Fasten, wie folgt:

Schon den Frevel gebüßt hat Numitors Bruder, es folgten
Schon die Hirten des Gaus willig dem Zwillingsgebot.
Jeder der Zween will sammeln das Landvolk, Mauern ihm bauen;
Zweifel war, welcher der Zween solle die Mauern erbaun.
„Streit sei ferne von uns“, sprach Romulus. „Wird doch den Vögeln
Hohes Vertrauen geschenkt: seien die Vögel befragt.“
Wohl! der Eine besteigt des Palatiums waldige Felsen,
Den Aventin in der Früh klimmet der Andre hinan.
Sechs sieht Remus der Vögel; doch zweimal sechs in der Reihe
Jener. Es gilt der Vertrag: Romulus walte der Stadt.
Passender Tag wird erwählt, wo der Pflug bezeichne die Mauern.
Pales Feier ist da, und man beginnt das Werk.
Schon ist die Grube gehöhlt in stehendem Boden. Zu unterst
Streuet man Früchte, darauf Grund vom benachbarten Feld.
Erd' erfüllet die Grub': auf der vollen erhebt der Altar sich.
Flammend der Erstlingsherd waltet des feurigen Amts.
Er dann, drückend den Pflug, bestimmt mit der Furche die Mauern,
Lenkend im Joche die Kuh, weiß, mit dem schneeigen Stier.
„Jupiter“, betet der König, „und Mavors du, mein Erzeuger,
Mütterchen Vesta auch du, nahet dem Gründer der Stadt.
All ihr Götter, o naht, die gern der Fromme herbeifleht,
Daß sich in euerem Schutz freudig erhebe mein Werk.
Dauer verleihet der Stadt, der Herrscherin diene der Erdkreis,
Ob ihn der werdende Tag, ob der versinkende schaut.“
Also fleht er, und Jupiter gab mit Donner vom linken
Pole das Zeichen, von links sandt' er die Blitze daher.
Froh der Verkündigung legen das Grundwerk emsig die Bürger,
Und in kürzester Frist wächst ihm die Mauer empor.
Celer betreibet das Werk, den Romulus selber gerufen.
„Dies sei, Celer“, er sprach's, „deinem Bewachen vertraut.
Niemand steige mir über die Mauer noch über den Graben,
Welchen die Pflugschar zog. Tote den, welcher es wagt.“
Remus unwissend jedoch verspottet die niedrigen Mauern:
„Soll wohl“, spricht er, „hierin sicher bestehen das Volk?“
Gleich auch sprang er hinüber. Doch Celer trifft den Verweg'nen
Mit dem Spaten, im Blut sank auf den Boden er hin.
Als es der König erfuhr, verschluckt er die steigenden Tränen,
Und die Wunde verschließt er in der fühlenden Brust.
Öffentlich will er nicht weinen und wahrt des Stärkeren Beispiel:
„So nur“, redet er, „steig' über die Mauern mein Feind.“
Jenen bestattet er nun und hemmt nicht länger die Zähren;
Bruderliebe, sie dringt, ach, die verschloss'ne hervor. —
Seht, es erhebt sich die Stadt! Wer hätt' es geglaubt in der Frühzeit,
Daß einst über der Welt stehe noch siegend ihr Fuß.

Über die Vorgeschichte Roms finden sich bei den Alten zahlreiche verschiedenartige Erzählungen, von den die eben berichtete die beliebteste ist. Auch die Ableitung des Namens wird verschieden angegeben. Verrius (bei Festus) behauptet sogar, der wahre Name Roms werde aus geheimnisvollen Gründen verschwiegen. In Wahrheit ist der Name von einem Wortstamm, welcher das Fließen bezeichnet, abzuleiten, wie denn ältere römische Münzen den Schiffsschnabel als Stempel tragen, das Wahrzeichen der flußaufwärts gelegenen Hafenstadt. Als Beweisstücke der wunderbaren Vorgeschichte wurden am Palatin bis in späte Zeit mancherlei Merkmale gezeigt. So das Lupercal, eine Höhle, in welche Rhea von einem Wolf gescheucht wurde, und wo ihr die Erscheinung des Mars ward. Neben der Höhle befand sich, durch die Ogulnier 296 v. Chr. errichtet, das Bild der säugenden Wölfin, an der Stelle, wo die Zwillinge gefunden wurden. Hier soll auch anfänglich der Feigenbaum, ficus ruminalis, gestanden haben, welcher später, angeblich durch den Augur Attus Navius, auf das Comitium versetzt wurde. Auch das Haus des Romulus wurde gezeigt, und unweit davon der Cornelkirschbaum, welcher aus einer von Romulus hierher als Zeichen der Besitzergreifung vom Aventin ab geschleuderten Lanze entsprossen sein sollte. Erst zur Zeit des Caligula ging er ein. Nicht minder wurde auf dem Palatin der priesterliche Krummstab des Romulus bewahrt, welcher sich später nach dem gallischen Brande in der Asche unversehrt wiederfand. Das Andenken des Remus wurde durch die Remuria wachgehalten, die höchste südöstliche Stelle des Aventin, wo Remus seine Auspizien einholte.

Bei Gelegenheit der zweifachen Vogelschau wird von manchen Berichterstattern dem Romulus vorgeworfen, er habe dem Remus das Silentium, die zur Himmelsbetrachtung erforderliche weihevolle Ruhe, und damit die Beobachtung stören wollen, indem er ihm vorzeitig melden ließ, ihm seien bereits günstige Zeichen erschienen. Remus habe aber schon vorher sechs Geier erschaut. Erst als er seinerseits mit dieser Nachricht zu Romulus gekommen, seien diesem seine zwölf Geier zugeflogen. In dem Zwiste über dies zweifelhafte Ergebnis, da der eine frühere, der andere reichlichere Offenbarungen hatte, sei damals schon Remus erschlagen worden. Nach den meisten Berichten fügte er sich zunächst, um dann später zu eigenem Unheil seinen Groll auszulassen. Spätere Zeichendeuter, so der von Varro angeführte Vettius, verkündeten aus der Zwölfzahl der Vögel des Romulus ein zwölfhundertjähriges Bestehen des römischen Reiches.

Daß die Gründung Roms auf den 21. April (754 v. Chr. nach Cicero, 753 nach Varro) falle, ist eine Annahme, die nicht dadurch an Kraft gewinnt, daß Tarutius, der Freund des Varro, Jahr, Tag und Stunde, ebenso wie die Zeitpunkte der Empfängnis und der Geburt des Romulus durch das Horoskop feststellte. Die Römer feierten den Geburtstag ihrer Stadt gleichzeitig mit den Palilien, dem Fest einer mannweiblichen Hirtengottheit, das schon vor der Stadtgründung bestand. Das Fest war eine Reinigungsfeier für Herde und Hirten. Man brachte Rauchopfer dar, fegte und bekränzte am Abend die Ställe, beräucherte das Vieh. Ein Speiseopfer folgte, von einem Gebet begleitet, bei dem man sich dreimal gen Sonnenaufgang neigte. Schließlich schmauste und trank man, und

sprang dreimal durch die Flammen reihenweis aufgehäufter Stoppeln. Man verband dies Fest mit der Stadtgründung wohl nur, um die neuen Bürger rein und heilig in die neue Stadt eintreten zu lassen. Da vermeldet wird, daß gleichzeitig als Mitte der Ansiedlung die Grube gegraben, mit Früchten und Ackererde von den Feldern der bisherigen Umwohner gefüllt, dann darüber ein Altar errichtet und in Brand gesetzt sei, so dürfte nur dieser Teil der Gründungsfeier am selben Abend stattgefunden haben, während die Furchenziehung in die Frühe des nächsten Morgens zu setzen wäre.

Die Alten berichten übereinstimmend, daß die Gründung Roms nach dem Ritus der Etrusker erfolgt sei. Diese, Lehrer der Römer in frommen Bräuchen und vielfach Ausüber solcher Wissenschaft in römischem Auftrage, führten selbst ihre Kenntnis auf ihren Volkshelden Tages zurück, welcher bei Tarquinii aus dem Boden gepflügt, Sohn eines Genius, Enkel Jupiters, ein Knabe an Gestalt, ein Greis an Weisheit, den Fürsten der zwölf etruskischen Völkerschaften die Lehre von der Opferweissagung, von der Blitzbeobachtung und anderen frommen Übungen gesungen habe und alsdann wieder hinweggerafft sei. Die nach ihm benannten Tagetischen Bücher, die Ritualbücher der Etrusker, enthielten die Vorschriften, wie man Städte gründe, Altäre und Tempel weihe, welche Heiligkeit den Mauern, welches Recht den Toren zukomme, wie man Verwaltungsbezirke und gottesdienstliche Gemeinden einteile, Heere bilde und ordne, und dergleichen mehr, was zum Kriege und Frieden gehört. Zu allen derartigen bedeutsamen Weihehandlungen war es unumgänglich, die Zustimmung der Götter einzuholen. Das geschah durch Beobachtung der Zeichen, durch welche die Götter ihre Meinung offenbaren, der Blitze, des Vogelfluges. Zu solchem Zweck bestieg der Augur eine Höhe mit allseitig freier Aussicht und nahm dort einen sicheren Sitz, das Haupt verhüllend, in der Rechten einen knotenlosen, oben gekrümmten Stab, den Lituus, haltend. Der Schaubezirk des Himmels, das Templum, teilte er durch gedachte oder mit dem Krummstab bezeichnete Linien ein, und zwar von Nord nach Süd durch den Cardo, von Ost nach West durch den Decumanus. Der Schnittpunkt, wo der Beobachter selbst sich befand, hieß Decussis, von dem Zeichen der Zahl X, decem. Mit ausführlichen genauen Worten nannte, nach Anrufung des Jupiter, der Augur die Zeichen, an welchen innerhalb der gesetzten Grenzen er den göttlichen Willen erkennen wolle. Das Antlitz richtete er gen Osten. Der Norden galt wegen seiner augenfälligen Unbeweglichkeit als der Sitz der Götter. Den Ort des Aufgangs der Gestirne sah man als den günstigen Himmelsteil an. Nach Westen hin nehmen die Himmelsgegenden an heilbringender Bedeutsamkeit ab. So ist denn auch links die glückliche, rechts die bedenkliche Seite. Trafen die gewünschten Zeichen ein, so war man der göttlichen Zustimmung sicher.

War demnach das Templum zunächst der durch jene beiden Linien geteilte Beobachtungsbezirk am Himmel, so kam derselbe Name auch jedem irdischen Bezirk zu, welcher zum Templum eingeweiht und durch Parallellinien des Cardo und des Decumanus als Rechteck abgegrenzt war, sei es, daß dies nur in Gedanken oder durch Worte geschehen war, sei es, daß der Platz durch Schnüre oder Riemen zwischen Pfählen oder Lanzen bezeichnet, daß er durch Bretter oder Leintücher eingefriedigt, daß er mit Wänden eines Heiligtums oder Stadtmauern oder Lagerwällen umgeben war. So zeigen diejenigen Heiligtümer, welche nach etruskischem Stil als Tempel gebaut waren, eine nahezu quadratische Grundform: die Postica, der Teil nördlich vom Decumanus, als Cella von Wänden, die Antica, der südliche Teil, als Vorhalle von Säulen umgeben. Die Decussis war in der Mitte des Grundrisses durch ein Kreuz auf der Türschwelle bezeichnet. So war in Rom das große kapitolinische Heiligtum, bei dessen Gründung etruskische Wahrsager behilflich waren, ein regelrechtes Templum. Zur Gründung von Städten ward zunächst auf der Decussis die von Ovid erwähnte Grube gehöhlt, welche Mundus genannt wurde. Dem Bericht Ovids über die Furchenziehung ist folgendes hinzuzufügen. Der Gründer, angetan mit der gabinisch geschürzten Toga, welche das Hinterhaupt verhüllte und die Arme frei ließ, spannte an einem durch Vogelschau bestimmten Tage rechts einen weißen Stier, links eine weiße Kuh an einen Pflug, dessen Schar nach alter tagetischer Vorschrift von Erz sein mußte, und zog alsdann, den Stier nach außen, die Kuh nach innen führend, also rechts herum, in einem Viereck eine gleichmäßig fortlaufende Furche, den primigenius sulcus. Er hielt hierbei die Handhabe des Pfluges so schräg, daß die Schollen alle nach der inneren Seite geworfen wurden. Die Furche bildete den künftigen Graben, der Aufwurf stellte die Mauer vor. Wo aber die Stadt ein Tor haben sollte, hob er den Pflug auf und trug ihn über die Stelle hinweg. Der Umfang der Stadt ist als Templum gedacht: wer ihn an anderer Stelle als an den Toren überschreitet, auf den wird der Zorn der Götter herabgerufen. Die Heiligkeit der Mauer wird gesichert durch das Pomoerium, den freien, von jedem Anbau ledigen Raum zu beiden Seiten der Stadtbefestigung. Durch Steinpfeiler, Cippi, welche in gewissen Zwischenräumen aufgerichtet waren, blieb die Linie des Pomoeriums kenntlich. Es werden solche für Aricia und Rom erwähnt. Die Alten führen außerdem als Lehre der Etrusker an, daß keine Stadt für vollgültig zu erachten sei, die nicht drei Tore und drei Tempel: des Jupiter, der Juno und der Minerva, aufzuweisen habe.

Als jene älteste Weihegrube Roms ist vermutlich die viereckige, mittels Felsstücken befestigte Höhlung auf dem Palatin anzusehen, welche noch zu Augustus' Zeit auf der Area des Apollotempels sich befand, und wie die Palatinstadt selbst Roma quadrata genannt wurde. Es waren darin die Dinge niedergelegt, welche, wie Festus sagt, der guten Vorbedeutung wegen (boni ominis gratia) bei der Städtegründung angewandt zu werden pflegen: der Pflug, das Joch und andere Werkzeuge. Ein Denar des Augustus (Abb. 11), welcher auf der Vorderseite einen Apollokopf, auf der Rückseite den Stadtgründer in gabinischer Toga mit Pflug und Rindergespann bietet, bezieht sich vielleicht auf den Bau des Tempels, geweiht 9. Oktober 28 v. Chr., und Wiederherstellung der Grube.

Zu bemerken ist jedoch, daß sich in Rom auf dem Comitium, also außerhalb der Romulusstadt, eine zweite ähnliche Grube befand, welche vorzugsweise Mundus genannt und von den antiken Schriftstellern, namentlich von Plutarch und, wie es scheint, auch von Ovidius als die älteste heilige Grube Roms angesehen wurde. Wahrscheinlich wurde sie

bei einer Erweiterung des Mauerringes gestiftet. Von der Gestalt dieser Höhle sagt Cato, der Mundus habe seinen Namen von dem (Himmelsgewölbe) über uns, dem seine Form entspreche, wie er selbst von denen, die hineingekommen, erfahren habe. Es war also ein Kuppelgewölbe, gleichsam ein kellerartiger Fruchtspeicher, ein vorbildlicher Aufbewahrungsraum der bürgerlichen Lebensmittel. Die Einsteigeöffnung der Grube war stets durch den Lapis manalis verschlossen, außer an drei Tagen, welche dem Pluto und der Proserpina geheiligt waren. „Wenn der Mundus offen ist", sagt Varro, „ist gleichsam die Pforte der traurigen und unteren Götter (manes) offen." Man hütete sich alsdann, irgend ein wichtiges Geschäft anzufangen.

Die uranfängliche Furche läßt Tacitus (Ann. XII, 24) am Rindermarkte beginnen, wo sich als Merkmal ein ehernes Stierbild befand. Sie zog sich, an den in regelmäßigen Zwischenräumen aufgestellten Steinpfeilern kenntlich, durch den unteren Teil des Palatinischen Hügels hin, wies aber, obgleich ein Templum darstellend, weder genau rechte Winkel noch genau orientierte Seiten auf. Tore hatte die alte Stadt wahrscheinlich drei. Ihr ältestes Heiligtum war das des Jupiter Stator, von Romulus im Sabinerkriege gelobt. Das Forum Romanum und das Kapitol lagen noch außerhalb der Mauer und sollen erst durch Titus Tatius hinzugefügt sein.

Während Romulus als Schirmherr des Staates unter dem Namen Quirinus zu den Göttern entrückt wurde — ein Denar der Gens Memmia (Abb. 10), geschlagen zwischen 74 u. 50 v. Chr., zeigt ihn mit dieser Beischrift —, ward durch des Remus Tötung die Unverletzlichkeit der Stadtbefestigung besiegelt. Als schlagfertiger Vollzieher der vorbildlichen Strafe wird meist nicht Romulus selbst, sondern Celer genannt, ein vorbedeutender Name: „der Rasche". Diese Bezeichnung wird immer als Eigenname gefaßt, obgleich auch die berittenen Leibwachen des Königs Celeres hießen. Nach dem Totschlag soll Celer in die Fremde entflohen sein. Die Tötung aber ward dem römischen Volk, Zeit seines Bestehens, als Blutschuld angerechnet. Nach Justinus (Philippische Geschichten, Buch XXVIII) warfen die Ätolier den Gesandten der Römer, welche sich in ihre Angelegenheiten mischen wollten (231 oder 232 v. Chr.), vor, die Stadt der Römer sei durch Verwandtenmord gestiftet, und die Grundlage der Mauern mit Bruderblut bespritzt. „Fraterno primi maduerunt sanguine muri", „brüderlich Blut benetzte die erst gegründeten Mauern", singt der römische Dichter Lucanus (Pharsalia I. V. 95), ein Zeitgenosse Neros. Und der späte heidenfeindliche Schriftsteller Orosius (geb. 395) beschuldigt den Romulus, er habe dem Reich durch des Ahnen, der Stadt durch des Bruders, dem Tempel (des Jupiter Stator) durch des Schwagers Blut die erste Weihe gegeben.

Durch den jährlich wiederholten Umlauf am Lupercalienfeste ward das Andenken an das älteste Pomoerium wachgehalten: auch diese Feier vielleicht hervorgegangen aus einem uralten ländlichen Fest zur Entsündigung von Hirt und Herde, zur Abwehr des Wolfs und sonstiger Gefahren. Am 15. Februar, einem Tage, der selbst Februatus, Tag der Reinigung hieß, schlachtete man dem Faunus Ziegen. Mit dem blutigen Messer berührte man zwei edlen Jünglingen die Stirn, wischte aber das Blut sogleich mit in Milch getauchter Wolle ab. Die Jünglinge mußten dabei lachen. Diese Luperci liefen dann nackt, nur mit einem Lendengürtel versehen, durch die Straßen, welche den alten Mauerzug begleiteten, indem sie die Begegnenden mit Riemen aus dem Fell der geopferten Ziegen schlugen. Jungen Frauen galten diese Schläge als die Fruchtbarkeit befördernd. Auch einen Hund, den Gehilfen der Hirten, brachten die Luperci zum Opfer. Der Umlauf blieb auch in den spätesten Zeiten des heidnischen Roms noch ausführbar.

Die Städtegründung mittels des Pfluges blieb dauernd römischer Brauch. Virgilius teilt sie schon dem Aeneas zu, der sie bei Anlage der Stadt Acesta in Sizilien angewandt habe (Aeneïs V, 755). Von dem Furchenziehen, „urvare", hießen nach Festus die so gegründeten Niederlassungen „urbes". Vermutlich entnahm man die Geräte zur Furchenziehung der Grube Roma quadrata auf dem Kapitol, damit zugleich die töchterliche Abhängigkeit der Gemeinden von Rom andeutend. Noch Kaiser Commodus, der Gründer des nach dem großen Brande von 192 n. Chr. neugebauten römischen Stadtteils Colonia Commodiana, wird auf seinen Münzen als Pfluglenker dargestellt.

Die Planung des kapitolinischen Heiligtums wurde dem fünften römischen Könige zugeschrieben. Lucius Tarquinius machte unter andern baulichen Unternehmungen auch Anstalt, dem Jupiter, der Juno und der Minerva den Tempel zu errichten, welchen er in der letzten Schlacht, die er mit den Sabinern ausfocht, angelobt hatte (580 v. Chr.). Auf Rat der Vogelschauer ward der tarpejische Hügel hierzu bestimmt. Nun aber galt es, den großen Göttern Platz zu schaffen; denn es befanden sich dort zahlreiche Altäre von Göttern und Halbgöttern nahe beieinander, welche an andere Orte überführt werden mußten. Die Vogelschauer erachteten als gut, für die Versetzung eines jeden Altars die göttliche Zustimmung einzuholen. Die übrigen Götter und Halbgötter erlaubten ihnen, die Altäre anderswohin zu überführen. Nur Terminus und Juventus (von einem ganz späten Schriftsteller wird auch noch Mars genannt) konnten durch kein Bitten und Beschwören bewogen werden, von ihren Plätzen zu weichen. Daher wurden ihre Altäre in den Tempelbezirk mit aufgenommen, und so befanden sich später der eine in der Vorhalle der Minerva, der andere in deren Heiligtum selbst, ganz nahe bei dem Bildnisse der Göttin. Die Wahrsager schlossen daraus, daß die Grenzen der Stadt Rom niemals gerückt werden sollten, die Jugendkraft nie erschlaffen werde. Durch den Tod des ersten Tarquinius kam das Werk ins Stocken, ward aber von dessen Enkel Lucius Tarquinius Superbus (532 v. Chr.) wieder aufgenommen, welcher den zehnten Teil der Beute von Suessa Pometia dazu bestimmte. Als nun der Grund gelegt werden sollte, und man schon ziemlich tief ausgeschachtet hatte, fand man den eben erst abgehauenen Kopf eines Menschen, das Gesicht noch fast wie lebend, und das aus der Wunde träufelnde Blut noch warm und frisch. Tarquinius ließ die Arbeiter sogleich mit Graben einhalten, rief die Wahrsager des Landes und forschte, was das Wunder zu bedeuten habe. Diese wußten aber nichts zu antworten und verwiesen ihn an die Etrusker. Er erkundigte sich also nach deren hervorragendstem Wahrsager,

und sandte, nachdem er seinen Namen erfahren (er hieß Olenus Calenus), einige der angesehensten Bürger ab, um ihn zu befragen. Zur Erforschung von Verzeichen und Wundern kam, nach Ansicht der Alten, schon viel auf die Form der Fragestellung an, um nicht durch eine unvorsichtige Redewendung die Auslegung ungünstiger ausfallen zu lassen oder gar sie ganz zu verkehren. Der Etrusker erkannte sofort, daß jenes Wunderzeichen höchst bedeutungsvoll und glückbringend sei, und versuchte es, die Erklärung zugunsten seines eigenen Volkes umzuwenden. Er riß daher mit seinem Stabe auf dem Boden ein Templum auf und suchte die Fragesteller zu verlocken: „Also ihr Männer wollt mir folgendes sagen: Dies hier soll der Tempel des Jupiter, des besten und höchsten, werden. Hier fanden wir den Kopf?" Hätten die Gesandten sich hierauf zustimmend geäußert, so wäre die glückliche Vorbedeutung auf Etrurien übergegangen. Da sie aber durch den Sohn des Wahrsagers heimlich vorbereitet und gewarnt waren, so antworteten sie unentwegt: „Nicht eben hier, sondern in Rom ist der Kopf gefunden worden." Der verschmitzte Wahrsager mußte dann schließlich einlenken und gönnte ihnen den Spruch: „Römische Männer, saget es euren Mitbürgern, nach Schicksalsschluß soll dieser Platz, wo ihr das Haupt gefunden, des ganzen Italiens Haupt werden." Von da ab hieß der Hügel „Capitolinus", von „Caput", „Haupt". Tarquinius ging nun rüstig ans Werk, kam aber nicht zu Ende, da er vertrieben wurde. Wie allgemein jene an den Tempel des Jupiter, der Juno und der Minerva geknüpfte Weissagung als zutreffend angesehen wurde, beweist die Fülle von Ausdrücken, welche die Schriftsteller finden, um diesen Gedanken zu betonen: „Das Kapitol, das höchste Haupt der öffentlichen Götterverehrung"; „die Burg des Reichs und das Haupt des Staates"; „das Unterpfand der Herrschaft"; „das Haupt vieler Völker"; „das Haupt der bewohnten Erde bis zur Auflösung der Welt".

Geweiht wurde das Heiligtum 509 v. Chr. durch den Konsul Horatius Pulvillus. Als der Tempel unter dem Konsulat von Lucius Scipio und Cajus Norbanus 83 v. Chr. abgebrannt war, wurde er auf demselben Grundriß wieder errichtet. Sulla besorgte den Bau, aber nicht die Einweihung. Diese bedeutsame Verrichtung allein blieb seinem bekannten Glücke versagt. Dafür blieb der Name des Lutatius Catulus, als des Einweihenden (69 v. Chr.), unter so vielen Werken der Cäsaren unvergessen bestehen. Als nämlich im Jahre 28 v. Chr. der Tempel einer bedeutenden Wiederherstellung durch Augustus unterzogen wurde, verzichtete dieser darauf, seinen Namen inschriftlich darauf zu setzen. Während der Wirren unter Neros Nachfolgern brannte das Kapitol abermals nieder, bei einem Kampfe der dort eingeschlossenen flavianischen und der sie belagernden vitellianischen Anhänger (69 v. Chr.). Zur Herrschaft gelangt, ließ sich Titus Flavius Vespasianus im Jahre 70 n. Chr. den Neubau angelegen sein. Tacitus (Hist. IV, 53) berichtet darüber wie folgt:

„Die Sorge für den Wiederaufbau des Kapitols überträgt er dem Lucius Vestinus, einem Mann aus dem Ritterstande, aber einem der Ersten von Ansehen und Ruf. Die von ihm zusammenberufenen Opferschauer gaben zu bedenken, daß man den Schutt des vorigen Heiligtums in Sümpfe abfahren, den Tempel auf denselben Mauerspuren errichten müsse: die Götter wollten nicht, daß die alte Gestalt verändert würde. Am 21. Juni ward bei heiterem Himmel der ganze Raum, welcher dem Tempel gewidmet wurde, mit feierlichen Bändern (vittis) und Kränzen umspannt. Hinein begaben sich Soldaten, deren Namen von günstigem Klange waren (wie Valerius, Salvius, Statorius, Longinus, Victor) mit glückbedeutenden Zweigen (Lorbeer und Myrten). Dann besprengten ihn die vestalischen Jungfrauen nebst Knaben und Mädchen, deren Väter und Mütter noch am Leben waren, mit Wasser, aus lebendigen Quellen und Flüssen geschöpft. Hierauf flehte der Prätor Helvidius Priscus unter Anleitung des Pontifex Plautius Aelianus, nachdem der Bauplatz durch Opfer von Schwein, Schaf und Stier (welche dreimal um den Platz herumgeführt wurden) gesühnt, und die Eingeweide auf dem Rasen dargebracht waren, zu Jupiter, Juno, Minerva und den Schutzgöttern des Reichs, daß sie das Vorhaben segnen und ihre von der Frömmigkeit der Menschen begonnenen Sitze unter ihrer göttlichen Hilfe sich erheben lassen möchten, und berührte die Weihebänder (vittas), mit welchen der Grundstein umwunden und die Seile eingeflochten waren. Zugleich zogen die übrigen Beamten und Priester und Senat und Ritter und ein großer Teil des Volkes, in Eifer und Fröhlichkeit sich bemühend, an dem ungeheuren Stein. Von allen Seiten wurden auch Schärflein Silbers und Goldes in die Fundamente geworfen nebst rohen Metallstücken, die noch in keinem Ofen geschmolzen waren, sondern wie die Natur sie gibt. Es hatten die Opferschauer vorher erklärt, man solle das Werk nicht durch Gestein und Gold, das schon zu etwas anderm bestimmt gewesen, entweihen. Höhe wurde dem Gebäude zugegeben. Das war das Einzige, wovon man glaubte, daß dagegen kein Bedenken sei, und daß es an der Pracht des vorigen Tempels noch gefehlt habe."

Suetonius berichtet abweichend: „Er selbst, Vespasianus, nahm die Wiederherstellung des Kapitols in Angriff, legte als der Erste Hand an bei Wegschaffung des Schuttes und trug selbst ein paar Trachten auf dem Nacken hinweg."

Im Jahre 80 n. Chr. brannte der Tempel nochmals ab, ward aber sofort wieder aufgebaut und 82 n. Chr. von Domitianus dediziert. Seit dem 5. Jahrhundert n. Chr. begann man ihn zu plündern, und er ging allmählich zugrunde.

Als Germanicus auf seinem Rachezuge wegen der Niederlage des Varus bis zu den äußersten Wohnsitzen der Brukterer zog, legte er auf dem Schlachtfelde (15 n. Chr.) den ersten Rasen zu einem Grabhügel der drei dort gefallenen Legionen. Tiberius mißbilligte dies nachträglich: Ein Imperator, zu den höchsten priesterlichen Handlungen berufen, durfte sich nicht mit Todtenfeier befassen.

Aus der unter Lucians Namen gehenden Schrift „Nero" erfahren wir folgendes über den ersten Spatenstich zu der von diesem Kaiser unternommenen, kriegerischer Wirren wegen aber vorzeitig aufgegebenen Durchstechung der Landenge von Korinth. Nero schritt in großer Feierlichkeit aus seinem Gezelt hervor und stimmte einen Hymnus auf Amphitrite und Neptun an. Einen kleinen Lobgesang auf Leukothea und Melikertes gab er noch zu. Hierauf reichte ihm der Präfekt von Griechenland ein goldenes Grabscheit; der Kaiser näherte sich, unter dem Gesang und Zujauchzen einer unendlichen Menge Volkes, dem Orte, wo der Anfang mit Graben gemacht werden sollte, schlug mit

seinem goldenen Spaten dreimal in die Erde und, nachdem er in einer kleinen Anrede diejenigen, denen die Aufsicht über die Arbeiten anbefohlen war, ermahnt hatte, das Werk unverdrossen anzugreifen, kehrte er im Triumph nach Korinth zurück. Suetonius meldet kürzer und etwas abweichend: „In Achaja unternahm es Nero, den Isthmus zu durchstechen. Er ließ seine Prätorianer zusammen kommen und forderte sie auf, Hand ans Werk zu legen. Und als mit der Tuba das Zeichen gegeben war, tat er die ersten Spatenstiche, und sammelte die ausgegrabene Erde eigenhändig in einen Korb, den er auf den Schultern wegtrug."

Im Osten des Reiches ist der bei den Babyloniern blühende Brauch, schutzkräftiges Bildwerk in den Grund zu legen, vielleicht nie ganz vergessen gewesen. Konstantin der Große, so erzählt Malalas, stiftete in Antiochia an Stelle einer verfallenen Bäderanlage eine große Kirche nebst einem Hospiz. Der Archont von Syrien, ein Christ namens Plutarchos, dem der Bau aufgegeben war, fand bei der Gründung des Hospizes ein ehernes Bild des Poseidon, durch geheime Kunst geeignet gemacht, die Stadt gegen Erdbeben zu schützen. Er ließ es zu einem Standbild des Kaisers umgießen, welche er mit der Inschrift „bono Constantino" versehen vor dem Sitze seiner Verwaltung aufstellen ließ.

Als Konstantin das alte Byzanz unter dem Namen Constantinopolis zum Herrschersitz der östlichen Reichshälfte einrichtete, gründete er unter anderen Prachtbauten auch ein geräumiges und ansehnliches Forum, in dessen Mitte er eine Porphyrsäule aufstellen ließ und darauf ein aus Ilion herbeigeschafftes ehernes Bild des Apollon. Dieses erhielt eine Krone mit sieben Strahlen und wurde auf des Kaisers Namen umgenannt. In das Haupt der Gestalt soll Konstantin einige der kurz vorher in Jerusalem gefundenen Nägel vom Kreuze des Herrn haben einfügen lassen, unter den Sockel der Säule aber das heimlich aus Rom entführte Palladium verborgen haben. Die Mischung heidnischen und christlichen Wesens ist kennzeichnend für diesen Kaiser, welcher auch eine Stadtgöttin Anthusa ernannte und zugleich sein Werk dem Christengott durch unblutiges Opfer empfahl. Zum Geburtstage der Stadt wurde der 11. Mai 330 bestimmt, an welchem die Neubauten unter großen Festlichkeiten ihrem Zweck übergeben wurden.

Kirchliche Grundsteinlegungen des Mittelalters.

Für kirchliche Gründungen tritt im Mittelalter unter Umdeutung heidnischen Brauches die Spendung von Kostbarkeiten und Münzen häufig auf.

Zum Baubeginn der Kirche des Klosters Petershausen, 983 n. Chr., brachte Bischof Gebhard von Konstanz vier Goldstücke dar, welche unter die vier Eckmauern gelegt wurden. Bischof Thietmar von Merseburg legte 1015 n. Chr. zu seiner neuen Kathedrale die vier ersten Steine nach der Gestalt des heiligen Kreuzes. Das Fundament zur Kirche des Klosters Pegau wurde 1091 n. Chr. an zwölf Ecken begonnen, und der Stifter Graf Wieprecht von Groitzsch trug zwölf Körbe mit Steinen auf seinen Schultern zur Baustelle. Ganz dasselbe erzählt der Chronist Cosmas von dem Könige Vratislav II. bezüglich der Peters- und Paulskirche auf dem Vyssehrad in Prag, Ende des XI. Jahrhunderts.

Über die Grundsteinlegung zur Erneuerung und Vergrößerung der Kirche des heiligen Dionysius, St. Denis, bei Paris berichtet der Erbauer Abt Sugerius (Suger): „Nachdem in wohlweiser Beratung auf Eingebung des heiligen Geistes, dessen Salbung von Allem unterweiset, unser beabsichtigtes Vorgehen nach stattlicher Ordnung vorbezeichnet war, versammelten wir eine Anzahl hervorragender Männer, so Bischöfe wie Äbte; erbaten auch die Gegenwart unseres Herrn und erlauchtesten Königs der Franken, Ludowig (VII.), und veranstalteten am Tage vor den Idus des Julius (14. Juli), an einem Sonntag, eine an Zierden reiche, durch ihre Teilnehmer bemerkenswerte Prozession. Indem nämlich Bischöfe und Äbte in den Händen die Zeugnisse von des Herren Leiden, den Nagel und die Krone des Herrn, und den Arm des heiligen Greises Simeon und andere Schutzmittel heiliger Reliquien vorantrugen, stiegen wir in die für den Bau der Grundmauern vorbereiteten Ausschachtungen demütig und fromm hinab. Nachdem wir darauf des Trösters, des heiligen Geistes, Beihilfe angerufen, daß er den guten Anfang des Gotteshauses mit einem guten Ende beschlösse, bereiteten zunächst die Bischöfe eigenhändig den Mörtel mittels gesegneten Wassers, welches noch von der am verflossenen fünften vor den Idus des Junius (9. Juni) veranstalteten Weihung (der Stätte) her vorrätig war, und legten die ersten Steine, indem sie im Lobgesang Gott priesen und den Psalm (87) „Fundamenta ejus" bis zu Ende feierlich absangen. Er selbst, der erlauchteste König, stieg hinab und legte mit eigenen Händen seinen Stein. Auch wir und viele andere, sowohl Äbte als geistliche Männer, legten ihre Steine, einige auch Edelsteine (gemmas), aus Liebe und Verehrung Jesu Christi unter dem Gesange: „Lapides pretiosi omnes muri tui". Wir also, durch die so bedeutsame und feierliche Legung eines so heiligen Grundbaues ermuntert, sorgten für die weitere Durchführung usw." Die Grundsteinlegung fand im Jahre 1137, die Weihe der Kirche 1140 statt.

Landric, dritter Abt von Belleville in Beaujolais, segnete den ersten Stein der Kirche am 8. Juli 1168 und legte in diesen Stein ein schönes Goldstück.

Die feierliche Niederlegung des ersten Steins zur Kirche der Certosa bei Pavia erfolgte am Sonntag den 27. August 1396. Vom 14. bis zum 19. August hatten 286 Werkleute fleißig gearbeitet, um die Ausschachtung herzustellen und die Ableitung des Grundwassers zu bewirken. In der Nacht zum Freitag den 25. August war das Stangenwerk aufgerichtet worden zu dem saalartigen Zelte, welches für die Feierlichkeit der Grundsteinlegung dienen sollte. Am Tage darauf war man beschäftigt das Grundmauerwerk „de medio", also wohl das des Vierungsturms, herzurichten und zum Teil mit Erde zu hinterfüllen. Auch wurde das Zelt mit Leinwand bezogen. Es hatte eine Länge von 150 und eine Breite von 20 Ellen, maß also etwa 90 zu 12 m. Ferner wurde ein Altar zur Weihung der Örtlichkeit errichtet. In der folgenden Nacht wurden die letzten Vorbereitungen getroffen. Am Sonntagmorgen traf von Pavia her der Stifter Herzog Giovanni Galeazzo Visconti ein, begleitet von seinen Söhnen Giovanni Maria und Gabriele. Domenico Bossio von Campione hatte vier Steine vorgerichtet „cum certis litteris sculptis", welche für die Zeremonie dienen sollten, und

welche von Guglielmo Centauro, dem Bischof von Pavia, eingesegnet wurden. Alsdann stieg der Herzog Gian Galeazzo als erster in die Baugrube, um einen der Steine niederzulegen. Ebenso taten nach ihm sein ehelicher Erstgeborener Giovanni Maria, und Gabriele Maria. Der vierte Stein wurde gelegt von dem herzoglichen Rat Francesco Barbavaro, mailändischem Patrizier, wahrscheinlich im Namen des dritten Sohnes des Herzogs, Filippo Maria, welcher zu jener Zeit erst 6 Jahr alt und bei der Feier nicht zugegen war. Die Weihehandlung endigte mit der Messe, welche vom Bischof von Pavia zelebriert wurde, und welcher beiwohnten die herzogliche Familie, die Kartäuser, die andern geistlichen Orden, welche sich zur Stelle eingefunden hatten, und das Gymnasium von Pavia. Der Herzog kehrte alsbald nach seiner Residenz in Pavia zurück, während die andern sich zu einem prächtigen Frühstück niederließen, das in dem festlich geschmückten Zelt aufgetragen war. Die Erinnerung an die Feierlichkeit erhielt sich so lebhaft, daß man noch nach hundert Jahren sich entschloß, sie durch zwei Tafeln mit erhabenem Bildwork der Nachwelt zu überliefern; und zwar befindet sich die eine Tafel an der Haupttür der Kirche, die andere im Innern am Grabdenkmal des Herzogs Gian Galeazzo. Auf beiden Tafeln ist der Stifter beschäftigt den Stein niederzulegen, während die umstehende Geistlichkeit in ihrer Weise tätig ist (Abb. 12). Am Grabdenkmal trägt der Grundstein die Inschrift JO. GZ. DX. M. B. P., wahrscheinlich andeutend: Johannes Galeazzo Herzog von Mailand, Bologna und Padua oder Pisa. Auf beiden Tafeln wird das Modell der Kirche herbeigetragen.



Abb. 12. Grundsteinlegung der Certosa bei Pavia.
(Aus Luca Beltrami, La Certosa di Pavia, 1895.)

Außer solchen buchmäßigen Überlieferungen weisen Steinurkunden auf die stattgehabten Grundsteinlegungen hin. So die Inschrift auf einem Steine in der Stiftskirche St. Quirin in Neuß, welche ohne Berücksichtigung der Abkürzungen lautet: „Anno incarnationis domini MCCVIIII, prime imperii anno Ottonis, Adolfo Coloniae episcopo, Sophia abbatissa, Magister Welbero posuit primum lapidem fundamenti hujus templi in die sancti Dionisii martyris“. Zu deutsch: „Im Jahre der Menschwerdung des Herrn 1209, im ersten Jahre der Herrschaft Ottos, als Adolf Bischof von Köln, Sophia Äbtissin war, legte Meister Wolbero den ersten Stein des Grundmauerwerks dieses Tempels, am Tage des heiligen Märtyrers Dionysius“.

Die Inschrift von Notre-Dame in Montbrison lautet:

„Clementis festo Lector semper memor esto.
Cum semel millesimus bis centesimus quater quintus
Domini foret annus adjecto sexto,
Lapis est primarius hujus ecclesie positus.
Guy quintus parvulus infans mandato patris comitis auctore ecclesia lugdunensi posuisse refertur.
Hunc pater ipse locum dedit libere, extulit ope atque dotavit. Dos est Modonia, Decima de Vevreires et LX Libras in foro Montibrus“.

Zu deutsch: „Tag von Clemens Feier: ein Tag des Gedächtnisses sei er! Als das einmal tausendste, zweimal hundertste, viermal fünfte Jahr des Herrn war, das sechste hinzugefügt (1226), ward der erste Stein dieser Kirche gelegt. Veit der fünfte, so wird berichtet, hat ihn als kleines Knäblein gelegt im Auftrage seines Vaters, des Grafen, unter Ermächtigung der Kirchenbehörde von Lyon. Diesen Platz gab der Vater selbst frei her, stattete ihn mit Geldmitteln aus und begabte ihn. Mitgift ist die Herrschaft Moind, der Zehnte von Verrières und 60 Livres nach dem Marktwert von Montbrison“. Alte kirchliche Vorschriften verboten, den Bau einer Kirche zu beginnen, ehe die Gründer das Werk ausreichend sicher gestellt hätten. Diese Inschrift bestätigt es.

Im Münster in Ulm in der südlichen Eingangshalle befindet sich folgende Inschrift: „Anno domini MCCCLXXVII (1377) am Zinstag der der lest tag was des manatz Jvnii nach der sonnen vfgang dri stvnd von haißen des rates hie ze Vlm lait lvdwig Kraft Kraftz am Kornmarkt seligen son den ersten fvndamentstain an dieser pfarrkirchen“.

An einem Pfeiler der Moritzkirche in Halle a. d. S. liest man:

„M tria CCC scripto post octuagin. dabis octo
Stante die lune misericor. dum canis alte
Tunc fuit isto chorus primo saxo renovatus.“

Wenn man uns zugibt, daß die Verse der Übertragung nicht besser zu sein brauchen, als die des Originals, so würde die Übersetzung etwa so lauten:

„Füge dem M drei C und darauf achtzig und acht zu (1388).
Montags wars nach Misericord, da der Hundsstern hoch stand.
Damals ward dieser Chor mit dem ersten Steine verneuet.“



Abb. 13. Grundstein des Klosters „Des Grands-Carmes“ in Paris.
(Aus Lenoir, Architecture monastique, 1852.)

An der katholischen Stadtpfarrkirche St. Kilian in Staßfurt a. Main an der Ostseite ist in Stein gehauen zu lesen: „Da man zahlt nach Christi Geburth 1390 Jahr an aller zwelff bottentag legt der Edel Fürst Hr Gerhard von Schwarzenberg den ersten Stein ann diesen Baw“.

Weitere Dokumente sind die aufgefundenen Grundsteine selbst. Vaudoyer, Architekt der Regierung und Mitglied des Instituts von Frankreich, fand 1812 an den Unterbauten

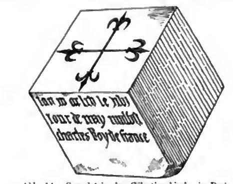


Abb. 14. Grundstein der Cölestinerkirche in Paris, gelegt am 26. Mai 1365.
(Nach Lenoir, Architecture monastique.)

der Kirche zum Kloster des Grands-Carmes am Platz Maubert in Paris einen Grundstein des 14. Jahrhunderts mit

der Inschrift: „Ego magister Gerardus de Monte-Acuto, struo hic istum primum lapidem in honorem Dei et beate Marie Virginis, angelorum totius curie celestis"; zu deutsch: „Ich Meister Gerard von Mont-aigu baue hier diesen ersten Stein ein, zur Ehre Gottes und der seligen Jungfrau Maria und der ganzen himmlischen Schar der Engel." Die eingehauene Zeichnung eines auf Stufen stehenden Kreuzes, dessen oberes und beide seitliche Enden sich etwas verbreitern, zieht sich auf der Oberfläche durch die Inschrift hin (Abb. 13).

Man hat ferner um die Mitte des XIX. Jahrhunderts den 1365 gelegten ersten Stein der Cölestinerkirche in Paris (Abb. 14) entdeckt, welcher sich in der Achse unter der Mauer der Apsis befand. Er ist würfelförmig. Ein Kreuz, dessen vier Zweige in Lilien endigen, nimmt die obere Fläche ein. Auf der Vorderseite liest man die Worte: „l'an MCCCLXV le XXVI jour de may m'assist Charles Roy de france".

Eine freiliegende Oberfläche zeigt der Grundstein am Westportal der katholischen Kirche in Hamm, dessen Inschrift lautet:

De hir tho gaben und hebben gedaen,
De sollen guten Lohn entfahn.
Dit is woll bedagt.
Im Jahr 1512 sin ick hir gelagt.

(Schluß folgt.)

Umbau der Saarbrücke und der Unterführung der Frankreichstraße zwischen Hanweiler und Saargemünd.

(Mit Abbildungen auf Blatt 28 und 29 im Atlas.)

Die Linie Saarbrücken — Saargemünd ist zum weitaus größten Teile zweigleisig ausgebaut; nur das kurze, etwa zwei Kilometer lange Stück zwischen den Bahnhöfen Hanweiler und Saargemünd war bisher eingleisig. Dem stetig wachsenden Verkehr konnte der eingleisige Betrieb nicht mehr genügen, und der Wunsch, auch das Reststück zweigleisig auszubauen, wurde immer dringender.

Die Eisenbahn überschreitet zwischen Hanweiler und Saargemünd in einem Korbbogen die Saar auf einer schiefen Brücke von sechs Öffnungen mit je 21 m Spannweite und weiterhin die von Saargemünd nach Saarbrücken führende Provinzialstraße, die Frankreichstraße, unter einem Winkel von 30° mit 30 m weit gespanntem eisernen Überbau (vgl. Lageplan Abb. 3 Bl. 28). Zwischen beiden Bauwerken liegt eine gewölbte Flutöffnung von etwa 16 m lichter Weite. Mit der Eisenbahnbrücke ist ein 2 m breiter Fußgängersteg zur bequemen Verbindung der Orte Hanweiler und Saargemünd vereinigt. Die Saar ist kanalisiert; ihr Wasserstand wird durch ein unterhalb der Bahnlinie liegendes festes Wehr auf annähernd gleicher Höhe erhalten. Zu der etwa 13,5 m über dem Normalwasser der Saar liegenden Fahrbahn der alten Brücke führen von beiden Seiten Rampen empor, deren Steigungen auf dem rechten Ufer, dem preußischen Teil, 1:125, auf dem linken Ufer, dem reichsländischen Teil, 1:78 betrugen. Die Überwindung dieser Steigungen war für den Betrieb, insbesondere für die Beförderung der schweren, aus dem Saargebiet nach der Schweiz und weiter laufenden Kohlenzüge, sehr störend, und eine Ermäßigung oder Verkürzung der Rampen mußte als höchst wünschenswert bezeichnet und beim Umbau angestrebt werden. Der Unterbau der Strecke Hanweiler — Saargemünd war zwar schon bei der Erbauung der Linie zweigleisig hergestellt, die Überbauten der Saarbrücke und der Unterführung der Frankreichstraße dagegen nur eingleisig. Hätte man sich auf die einfache Hinzufügung der eisernen Überbauten für das zweite Gleis beschränken wollen, so hätte man auf die so wünschenswerte Verbesserung der Bahnneigung verzichten müssen. Gegen diese einfache Bauausführung sprach noch der weitere Umstand, daß die vorhandenen Stein- und Eisenbauten in absehbarer Zeit doch hätten erneuert werden müssen, weil sie den stetig wachsenden Verkehrslasten auf die Dauer nicht genügt haben würden. Man entschied sich daher dafür, die alte Brücke bis auf Gelände- oder Saarspiegelhöhe zu beseitigen und ein neues, niedriger gelegenes Bauwerk zu errichten, mit dessen Ausführung die Königliche Eisenbahndirektion St. Johann-Saarbrücken beauftragt wurde.

Von wesentlichster Bedeutung für den ganzen Umbau war zunächst die Beantwortung der Frage: Wohin soll das neue Bauwerk gelegt werden? Eine Verschiebung des Brückenzuges gegen die bisherige Lage wäre gewiß von Vorteil gewesen, denn man hätte die alte Brücke bis zur Vollendung des neuen Bauwerks in Betrieb behalten können, hätte also die Kosten für vorübergehende Anlagen vollständig erspart. Leider verbot sich diese vorteilhafte Lösung der Frage, da in jedem Falle, mochte die Verschiebung stromauf oder stromab erfolgen, die Herstellung eines neuen kostspieligen Bahnkörpers für die an die Bauwerke anschließenden Strecken nötig gewesen wäre. Eine Verschiebung stromaufwärts hätte zwar günstigere Krümmungsverhältnisse ermöglicht, war aber noch aus dem Grunde ausgeschlossen, weil diese Änderung die Benutzung des Wegeüberganges am Himmelbergsweg (hinter Kil. 17,3) wegen zu starker Steigungen unmöglich gemacht hätte. Die Verschiebung stromabwärts mußte mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Schiffahrt unterbleiben. Die Schiffahrt auf der Saar wird durch Pferdezug bewirkt; Leinpfad und Schiffahrtsrinne liegen zwischen Pfeiler 6 und 7 der Saarbrücke. Durch die nicht gleichgerichtete Lage des Pfeilers 6 und der Ufermauer am Leinpfad ist die freie Öffnung zwischen beiden so beengt, daß lange Fahrzeuge schon jetzt Schwierigkeiten bei der Durchfahrt haben. Eine weitere Einengung dieser Öffnung, wie sie durch Verlängerung des Pfeilers 6 notwendig hätte eintreten müssen, war also vollkommen ausgeschlossen. Es war auch nicht angängig, der etwaigen Pfeilerverlängerung bei 6, und mithin bei allen Pfeilern, eine andere Richtung zu geben, weil die Pfeilerlängsachse im Hochwasserstromstrich bleiben mußte. Man könnte hier den Einwand erheben, daß in der Verdopplung der Spannweiten des alten Bauwerks und dem dadurch erreichten Fortfall der Pfeiler 2, 4 und 6 eine günstige Lösung

hätte gefunden werden können. Dem ist jedoch nicht so. Eine Untersuchung führte zu dem Ergebnis, daß die Ausführung von nur drei Öffnungen eine nicht unerhebliche Steigerung der Baukosten gebracht hätte. So blieb denn nur übrig, die Errichtung des neuen Bauwerks an der alten Stelle in Aussicht zu nehmen und zur Aufrechterhaltung des Betriebes eine Aushilfsbrücke herzustellen. Über ihre Lage konnten Zweifel nicht entstehen, sie mußte stromabwärts vom alten Bauwerk zu liegen kommen, denn die örtlichen Verhältnisse wiesen darauf hin, und man erreichte bei dieser Lage zugleich den Vorteil, daß die Steinpfeiler des alten Bauwerks die Aushilfsbrücke gegen Eisgang schützten. Allerdings mußte man mit dieser Anordnung der Aushilfsbrücke den vorher bereits berührten Übelstand in Kauf nehmen, daß die Schiffahrt während der Bauzeit nicht durch die Öffnung 6–7 geleitet werden konnte, da die Rinne zu schmal wurde, so daß also für die Durchbringung der Fahrzeuge durch die Öffnung 5–6 während der Sperrung der alten Schiffahrtsöffnung ein Schiffsschleppdienst eingerichtet werden mußte.

Zu den bisher erörterten Gesichtspunkten trat, als für die Ausführung maßgebend, noch der Gedanke hinzu, die für den saarabwärts liegenden Teil der endgültigen Brücke bestimmten eisernen Überbauten aushilfsweise für die Notbrücke zu verwenden. Unter Zusammenfassung aller Erwägungen wurde für den Umbau in großen Zügen folgender Bauplan aufgestellt: Erbreiterung des Bahnkörpers auf beiden Ufern, soweit für das Aushilfsgleis erforderlich, Herstellung der Holzbauten der Aushilfsbrücke, Verlegung der eisernen Überbauten des Gleises der Richtung Hanweiler—Saargemünd auf der Aushilfsbrücke, Aufhebung des Verkehrs über die alte Brücke, Beseitigung der alten Eisen- und Steinbrücke, Errichtung des neuen Mauerwerks und Verlegung der Überbauten für das stromaufwärts liegende Gleis nebst Fußgängersteg, Inbetriebnahme des stromaufwärts liegenden Gleises, Verschiebung der Träger von der Aushilfsbrücke auf die Steinpfeiler, Eröffnung des zweigleisigen Betriebes und Beseitigung der Holzbauten der Aushilfsbrücke. Aus dem Lageplan Abb. 3 Bl. 28 ist die gegenseitige Lage der Aushilfsbrücke und des endgültigen Bauwerks, und da die neuen Pfeiler sich mit den alten decken, auch die Lage der Aushilfsbrücke gegen den alten Brückenzug ersichtlich.

Bevor auf die baulichen Einzelheiten des Umbaues eingegangen wird, mag eine Bemerkung über die Einrichtung der Baustelle für die Aushilfsbrücke vorangeschickt werden. Die Lage der Baustelle, teils im Wasser, teils auf dem Lande, zwang zur Anwendung von möglichst leicht bewegbaren Bau- und Kraftmaschinen. Der Unternehmer der Aushilfsbrücke machte daher möglichst ausgiebigen Gebrauch von der Verwendung elektrischen Stromes. Zu diesem Zweck wurde auf dem rechten Saarufer eine von einer sechzehnpferdigen Lokomobile angetriebene Dynamomaschine aufgestellt und die von dieser erzeugte Elektrizität durch freie Luftleitungen längs der ganzen Baustelle hingeführt, so daß es möglich war, an jedem beliebigen Punkte Kraft zu entnehmen. Die Elektrizität wurde kleinen Elektromotoren zugeführt, die mit entsprechenden Übersetzungen unmittelbar auf die Arbeitsmaschinen wirkten; so wurde elektrisch gebaggert, gerammt, gepumpt und gebohrt. Die Stromübertragung von der freien Leitung zu den elektrodynamischen Maschinen erfolgte durch gut isolierte Leitungen, so daß trotz der häufigen Drahtverschlingungen Kurzschlüsse nicht vorkamen und auch Gefährdungen der mit den Drähten oft in Berührung kommenden Arbeiter nicht eintraten. Die Aushilfsbrücke (Abb. 2 Bl. 28) zeigt je nach der Gründung drei verschiedene Bauarten. Auf dem rechten und einem Teil des linken Ufers stehen gerammte Joche mit Holzüberbau (Dübelträger mit eisernen Dübeln) in 4,50 m Abstand, in der Saar Holzpfeiler auf Betonsohle und vor und hinter der Frankreichstraße Holzjoche auf Schwellenlagen. Die Verschiedenheit der Ausführung ist durch die Eigenartigkeit der Bodenverhältnisse veranlaßt. In der Sohle der Saar lagert unter einer Schicht von Sinkstoffen ein mittelfester Kalksteinfels, der das Einrammen von Holzpfählen nicht gestattet. Außerhalb des Saarbettes ist die Felsschicht von abgelagertem Boden hoch überdeckt, so daß die Anwendung von Rammpfählen wohl angängig war. An der Frankreichstraße wurde die Rammarbeit wegen der Nähe der bewohnten Gebäude unterlassen und mußte, soweit die Widerlager der Unterführung in Frage kommen, auch unterbleiben, weil bei der landespolizeilichen Prüfung die vollständige Wiederbeseitigung aller Holzteile aus dem Boden verlangt war.

Der bemerkenswerteste, zugleich aber auch schwierigste Teil der Arbeit, die Gründung der Pfeiler in der Saar, ist durch die Abb. 9 bis 12 Bl. 29 veranschaulicht. Die Gründungsart ist in ähnlicher Weise bereits früher bei Schleusenbauten im Saarkanal, wo Fels in der Flußsohle anstand, zur Anwendung gekommen. Der Bauvorgang ist folgender: Nach Abbaggerung der Saarsohle bis auf den Fels wurde die äußere Reihe der flußeisernen Nadeln *a*, Stäbe von 7 cm Durchmesser und etwa 8 m Länge, als Umrahmung für die zukünftige Baugrube, ins Flußbett etwa 60 cm tief eingerammt. Man hatte anfangs geglaubt, für die Nadeln im Fels Löcher vorbohren zu müssen, erkannte aber bald, daß die scharfgespitzten Stäbe sich ohne weiteres einrammen ließen.

Die erste Nadelreihe *a* gab den Halt für eine innenseitig davor gesetzte, zwischen Zangen liegende Bohlwand, welche durch Klammern mit den Nadeln verbunden und unter genügender Belastung bis auf den Fels niedergetrieben wurde. An den alten Steinpfeiler schloß sich die Bohlwand unter 45° an. Der von der Strömung der Saar abgeschlossene Raum innerhalb der Bohlwand wurde nach genügender Säuberung der Sohle mit einem durch Trichter versenkten Beton in der Mischung 1 Zement zu 10 Kies auf 1 bis 1,50 m Höhe ausbetoniert. Während der Erhärtung der ersten Betonlage konnte die innere Nadelreihe *b* unschwer eingesetzt und wie die äußere Reihe mit einer Bohlwand versehen werden. Um den Druck der zwischen den Bohlwänden zur Bildung eines Fangedammes einzubringenden Füllung (sandige Lette) aufzuheben, wurden die beiden Nadelreihen in verschiedenen Höhenlagen mit Durchbohrung der Wände durch 4 mm starken Telegraphendraht kreuz und quer gegenseitig verschnürt. Trotz vorsichtiger Verschnürung zeigten sich bei dem zuerst hergestellten Fangedamme erhebliche Ausbauchungen, so daß einzelne Nadeln bis zu 30° verbogen und Bohlen gebrochen waren. Im weiteren Fortschritt der Arbeiten kamen ähnliche Fälle nicht mehr vor. Die Füllung des Fangedammes reichte bis etwa 0,50 m über Mittelwasser der Saar. Wenn wir an Hand der Abb. 9 Bl. 29 den Bauvorgang

an den Pfeilern weiter verfolgen, so sehen wir, daß nach Leerpumpen der Baugrube zunächst die Verankerung der Joche eingelegt und einbetoniert werden mußte, und daß dann die Sohlenschwelle mit ihren Eisenklammern zu verlegen und mit der Verankerung zu verbinden war. Mit Rücksicht auf die spätere Wiederbeseitigung der Aushilfsbrücke ist die Betonoberfläche so tief angeordnet, daß der Beton ohne Schädigung der Schiffahrtsinteressen im Saarbett verbleiben kann, und die Verbindung der Holzböcke mit der Verankerung ist so hergestellt, daß nach Lösung einiger Schrauben (gegebenenfalls durch Taucher) der ganze Bock frei ist, leicht umgelegt und entfernt werden kann.

Die statische Berechnung der Pfeiler hatte ergeben, daß die in Abb. 9 u. 10 Bl. 29 dargestellten Verankerungen nicht die genügende Sicherheit gegen die beim Befahren der Brücke auftretenden Fliehkräfte boten. Zur Erhöhung der Verankerungswirkung wurde der ganze Pfeiler-Innenraum bis über den Wasserstand hinaus mit Belastungsstoff (Hochofenschlacken) gefüllt, nachdem vorher die Flächen zwischen den einzelnen Stielen mit 15 cm starken Bohlen ausgesetzt waren. Die Bauweise des Pfeilers ist einfach, wie aus der Abb. 9 bis 12 Bl. 29 ersichtlich. Zur Aufnahme der Lager für die eisernen Überbauten und die danebenzulegende Fußgängerbrücke wurde auf dem Pfeilerkopf ein doppelter Rost von I-Trägern Nr. 38 u. 30 hergestellt, die Walzträger wurden durch Zwischenhölzer mit kräftigen Schraubenbolzen zu einem festen Ganzen verbunden und mit den Kopfschwellen der Holzpfeiler verschraubt. Die Verankerung der eichenen Kopfschwellen mit dem übrigen Pfeilerkörper ist auf der Abbildung nicht dargestellt.

Sobald ein Holzpfeiler vollendet war, ging man sofort an die Wiederbeseitigung der Fangedämme. Das Ausziehen der Nadeln aus dem Beton bereitete keine Schwierigkeiten, denn in der kurzen Zeit von sechs Wochen hatte eine Verbindung zwischen Eisen und Beton noch nicht stattgefunden. Weniger leicht gestaltete sich die Entfernung der Nadeln aus dem Kalkstein. Ihre Lösung sollte in der Weise bewirkt werden, daß um den beim Einrammen etwas breit geschlagenen Nadelkopf eine eiserne Klaue gelegt und gegen diese von unten her kräftige Schläge mit einem durch einen Rammbär angetriebenen Klotz geführt wurden. Der Versuch gelang nicht, weil die Schlagwirkung des Rammbären sich zum größten Teil auf das ihn tragende Floß übertrug, und nur ein kleiner Teil des Schlages auf die Nadel wirkte. Die Nadeln wurden dann später durch Winden herausgehoben; diese Beseitigungsart erwies sich als günstiger.

Die Leistungen beim Rammen und Wiederentfernen der Nadeln waren durchschnittlich folgende: Rammen einer Nadel bis 60 cm in den Kalksteinfels 0,8 Tagewerk eines Arbeiters, Wiederentfernen 1,0 volles Tagewerk, Einrammen einer Nadel in den in Erhärtung begriffenen Beton 0,5 und Entfernen aus dem Beton 0,6 Arbeitertagewerk. Die beim Abbruch der Fangedämme frei werdende Füllung lief in die Saar und wurde durch Baggerung beseitigt.

Die hölzernen Überbauten der Aushilfsbrücke zeigen alle die gleiche Bauweise, nämlich Dübelträger mit eisernen Dübeln. Der Querschnitt der Tragebalken für die kleineren Lichtweiten setzt sich zusammen aus zweimal vier Hölzern von 24/30 cm Stärke. Zur Durchführung der Frankreichstraße mußte eine 6 m weite Lichtöffnung freigelassen werden, deren Neigung gegen die Bahnachse von etwa 45° zur Herstellung eines 11,20 m weit gespannten Holzüberbaues führte. Ansicht und Querschnitt des Holzbaues an der Frankreichstraße sind auf Abb. 13 Bl. 29 dargestellt. Achtzehn Balken von 24/30 cm Abmessung, zu je dreien miteinander verdübelt, bilden das Tragewerk. Die zur Verbindung der Hölzer angewandten sogenannten Schulzschen Dübel sind aus Gußeisen hergestellt und haben die in Abb. 8 Bl. 29 dargestellte Form. Sie werden in dreieckige Ausschnitte aus den Tragebalken eingesetzt und besitzen den Vorteil, daß sie sich beim Festziehen der Dübelanker vermöge ihrer schrägen Rückenfläche fest gegen das Hirnholz pressen, die gegenseitige Lage der einzelnen Tragebalken festhalten und die volle Kraftübertragung auf alle Dübelbalken gewährleisten. Bei wiederholten Belastungsproben zeigten die Überbauten der Frankreichstraße die gleichen elastischen Durchbiegungen von 15 und 17 mm, während die bleibende Durchbiegung 5 mm betrug.

Mit der alten Eisenbahnbrücke war ein vielbegangener Fußgängersteg verbunden, der während der Bauzeit nicht aufgehoben werden durfte; es mußte daher für eine Aushilfs-Fußgängerbrücke Sorge getragen werden. Diese Brücke wurde zwischen dem alten Bauwerk und der Eisenbahn-Aushilfsbrücke angeordnet (Abb. 3 Bl. 28), weil es möglich war, einen Teil des Fußgängersteges unter die Querschwellen der Eisenbahnbrücke zu schieben, also den Vorteil möglichst geringer Breitenentwicklung, mithin Verringerung der Baukosten zu erzielen.

Der 21 m weit gespannte Überbau ist als dreiteiliges Hängewerk mit hölzernen Druck- und eisernen Zuggliedern ausgebildet. Die beiden Spannböcke jedes Überbaues (Abb. 7 u. 8 Bl. 28) sind nur mit Zapfen unter den Obergurt gesetzt und werden durch die Zugstangen gehalten. Von den beiden Zugstangenpaaren eines Überbaues läuft das längere von Lager zu Lager über die Spannböcke hinweg, das kürzere jedoch nur über zwei Felder; die Zugstangen des zweiten Paares sind im Mittelfelde gekreuzt und sichern die senkrechte Stellung der Spannböcke. Der Fußgängersteg liegt so hoch über dem Mittelwasserstand der Saar, daß für die Schiffahrt eine Lichthöhe von 6,50 m verfügbar bleibt. Auf dem linken Saarufer ist der Steg durch eine Treppenanlage zugänglich gemacht; auf dem anderen Ufer werden die Fußgänger zur Vermeidung von Gleisüberschreitungen unter der Aushilfsbrücke hindurch und auf einer vorübergehend angelegten Rampe vom Bahnkörper heruntergeführt (vgl. Lageplan Abb. 3 Bl. 28).

Bei der außerordentlichen Wichtigkeit der Linie Saarbrücken — Saargemünd war es dringend notwendig, die Aushilfsbrücke gegen Gefahren aller Art sorgfältig zu schützen. Zur Verhinderung von Entgleisungen wurden Sicherungsbalken innerhalb des Gleises verlegt, und der Raum zwischen diesen wurde mit Dachpappe ausgekleidet, damit etwa aus dem Aschenkasten der Lokomotive fallende Kohlenteile keinen Brand erzeugen könnten. Eine beständige Doppelnachtwache wurde eingerichtet und der vorgeschriebene Wärterweg durch Kontrolluhren geprüft; stets gefüllte Wasserfässer mit Feuereimern waren auf der Brücke verteilt, eine Löschvorrichtung war zur Stelle, eine von der Saar gespeiste Sauge- und Druckpumpe mit genügendem Schlauch beschafft und aufgestellt; Feuerleitern waren auf der Brücke verteilt. Um bei größeren Gefahren Hilfe schnell herbeiholen zu können,

wurde die Brücke mit den Nachbarstationen Saargemünd und Hanweiler durch Fernsprecher verbunden. Zum Glück hat keine dieser Sicherheitsmaßregeln in Tätigkeit zu treten brauchen.

Zur Vervollständigung des Bildes der Aushilfsbrücke mag noch erwähnt werden, daß die Bauzeit des Holzwerkes 13, die Aufstellung der aushilfsweise verlegten eisernen Überbauten (siehe unten) $3^1/_2$ Monate, und die Restarbeiten, Einschwellung, Bohlenbelag und Oberbauverlegung, welche teilweise schon während der Aufstellung des Eisenwerkes ausgeführt wurden, noch weitere $1^1/_2$ Monat erforderten. Die gesamte Bauzeit für die Aushilfsbrücke beläuft sich also auf 18 Monate vom Baubeginn bis zum Tage der Inbetriebnahme, und die Baukosten einschließlich der Kosten für die bei der endgültigen Brücke wieder zu verwendenden eisernen Überbauten haben 203 000 ℳ betragen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß das Holz der Aushilfsbrücke sowie die Walzträger und Verankerungen Eigentum des Unternehmers blieben, der die Brücke errichtet hat, und von diesem nur für die Zwecke der Eisenbahnverwaltung vorgehalten wurden. Fügt man der obigen Summe noch die Kosten hinzu, die voraussichtlich durch die Wiederbeseitigung des Bauwerks entstehen werden, bringt man ferner die Kosten für die Aufrechterhaltung der Schiffahrt in Ansatz, setzt aber die Beträge für die eisernen Überbauten bis auf die Vorschiebungskosten der Träger ab, so findet man die Summe, welche zur Aufrechterhaltung des Eisenbahnbetriebes, des Schiffs-, Straßen- und Fußgängerverkehrs während der ganzen Bauzeit aufgewendet werden mußte, mit rund 180 000 ℳ.

Nach der Inbetriebnahme der Aushilfsbrücke wurde sofort mit der Beseitigung der alten Eisenkonstruktion, dem Abbruch des alten Mauerwerks und dem Wiederaufbau der neuen Pfeiler und Widerlager begonnen, soweit deren Ausführung bei der Nähe der Holzbrücke möglich war. Die Ausführung der Steinarbeiten war wegen der schiefen Lage des Bauwerks, insbesondere an der Frankreichstraße, an und für sich schon nicht einfach, gestaltete sich zeitweise aber geradezu schwierig durch die geringe Ausdehnung der linksufrigen Lagerplätze und durch die unausgesetzte Rücksicht auf Schonung und Sicherung der fünf in Frage kommenden Verkehrswege, der Eisenbahn, der Saar, dem Leinpfad (zur Durchbringung der Treidelpferde), der Straße und der Fußgängerbrücke. Trotz dieser durch ungünstige Witterung noch vermehrten Baubehinderungen konnte der gesamte Steinumbau, also Abbruch und Neubau, in elf Monaten bewirkt werden. Schon während der Mauerarbeit wurden die Gerüste für die Aufstellung der Überbauten der Saarbrücke und der Frankreichstraße hergerichtet, damit die Eisenarbeiten sich den Mauerarbeiten gleich anschließen konnten.

Bauart und Aufstellung der eisernen Überbauten mögen noch mit einigen Strichen geschildert werden.

Bei der Auswahl der Bauart für die Träger der Saarbrücke lag es nahe, eine Form zu wählen, die an die frühere Gitterträgerbrücke erinnerte. Auf eine von maßgebender Stelle ausgehende Anregung hin wurde jedoch die Gitterform verlassen und zur Anwendung eines vollwandigen Trägers übergegangen, der übrigens leichter wurde als die beabsichtigte Gitterbrücke. Eine Spannweite von 21 m ist für einen Blechträger allerdings ungewöhnlich, jedoch sind Brücken ähnlicher Art in den letzten Jahren wiederholt zur Ausführung gebracht worden.

Die Festlegung der Grundrißanordnung des endgültigen Brückenzuges geschah auf zeichnerischem Wege. Die Bahnachse läuft in einem Bogen von 550 m über die Saar und bildet mit den nahezu gleichlaufenden Pfeilerachsen überall andere Winkel. Um nicht alle Überbauten verschieden ausgestalten zu müssen, wurden, unter Beibehaltung der gleichen Stützweite, drei unter sich gleiche Trägergruppen zu je vier Überbaupaaren gebildet. Die Gruppen unterscheiden sich voneinander nur durch die Endabschrägung und die damit im Zusammenhang stehende Längsteilung. Durch die Wahl der gleichen Spannweiten mußten die Trägerentfernungen über den Pfeilern verschieden ausfallen; die Ungleichheiten wurden durch verschieden weit ausladende Kragarme ausgeglichen.

Für die gesamte Trägeranordnung war die Überführung des Fußgängersteges von maßgebender Bedeutung. Bei der alten Brücke war der Steg seitlich ausgekragt. Hätte man bei dem neuen Bauwerk in gleicher Weise verfahren wollen, so würde der äußeren Trägerreihe eine erhebliche Mehrlast aufgebürdet worden sein, und der Vorteil der Verwendung gleicher Träger wäre verloren gegangen. Man entschied sich daher dazu, einen besonderen Fußwegträger mitten unter den Fußweg zu legen und die Bahnachse so weit stromabwärts zu verschieben, daß der Fußwegträger auf den in ihrer Längenausdehnung durch die vorhandenen Grundmauern begrenzten Pfeilern noch Platz fand. So entstand die in Abb. 3 Bl. 29 dargestellte Trägeranordnung: Zwei in 3,50 m Entfernung liegende Trägerpaare mit je 1,80 m Trägerabstand und ein besonderer Fußwegträger in 2,35 m Entfernung vom nächsten Hauptträger.

Die statische Berechnung der Überbauten ergab für die Trägermitte einen Querschnitt mit 2,08 m hohem Stehblech, Gurtwinkeln 110 · 110 · 14, einer Gurtplatte von 380 · 12 und zwei von 380 · 13 mm Stärke. Die Leistungsfähigkeit dieses Querschnitts beträgt 455 mt bei einem Widerstandsmoment von 42 967 cm^3. Die Ausbildung des Trägers, Aussteifung der Blechwand, Lage und Befestigung der Schwellen, Anordnung des Fußweges und der Geländer, sowie der beweglichen Lager mit je einer Rolle, deren Bewegung durch in die Lagerschalen eingreifende Zähne zwangläufig gemacht ist, und ferner die Anordnung der Entgleisungssicherung geht aus den Abb. 1 bis 7 Bl. 29 mit genügender Deutlichkeit hervor.

Die eisernen Überbauten wurden vollständig vernietet von der Brückenbauanstalt angeliefert und auf Eisenbahnwagen bis in die unmittelbare Nähe der Baustelle angefahren. Neben dem Bahngleis war ein Krangleis von 3,40 m Spurweite so verlegt, daß die Eisenbahnwagen in den Lichtraum zwischen den Kransäulen einfahren konnten. Durch kräftige Winden hob man den vollständigen Überbau vom Eisenbahnwagen ab und fuhr ihn, im Kran hängend, an die Verwendungsstelle, wo er leicht auf die Lager abgesenkt werden konnte (Abb. 4 bis 6 Bl. 28). Bei der Öffnung 5—6 mußte eine andere Aufstellungsweise angewandt werden, weil diese Öffnung zur ungestörten Abwicklung des Schiffsverkehrs von Gerüsteinbauten freigehalten werden mußte. Nachdem die Überbauten IV und VI verlegt waren, wurden, wie aus den

Abb. 4 u. 5 Bl. 28 ersichtlich, an die Träger 5,50 m weit ausladende Kragarme angeschraubt und der zwischen den Enden der Arme frei bleibende Raum von 11,40 m mit I-Trägern überspannt. Über die auf diese Weise geschaffene Plattform rollte man die Träger einzeln liegend herüber, richtete sie durch den Kran auf und senkte sie neben der Plattform auf die Pfeiler nieder. Nach Entfernung der Hilfsteile konnten die Träger zusammengeschoben und der Wind- und Querverband eingenietet werden.

Der eiserne Überbau der Unterführung der Frankreichstraße ist zweigleisig; die Hauptträger haben 9,20 m Abstand und sind 30,60 m weit gespannt; der Schrägungswinkel beträgt etwa 30°. Grundrißanordnung und Überbausystem sind aus Text-Abb. 1 u. 2 zu ersehen, die Querschnittausbildung zeigt Abb. 14 Blatt 29.

Das Eisenwerk konnte nicht sofort in der endgültigen Höhenlage aufgestellt werden, weil eine auch nur vorübergehende Einschränkung der lichten Durchfahrtshöhe nicht zulässig war. Die ganze Brücke wurde daher etwa 80 cm über ihrer endgültigen Höhenlage vollständig zusammengebaut und dann durch acht Daumwinden auf ihre Lager abgesenkt. In zwei Monaten erfolgte die Aufstellung der etwa 140 Tonnen schweren Eisenteile. Nach Vollendung der Bauarbeit wurde die Fahrbahntafel vollständig unter Wasser gesetzt, um die etwa vorhandenen Undichtigkeiten zu erkennen und beseitigen zu können. Die Eisenarbeiten sowohl der Saarbrücke als auch der Frankreichstraßenunterführung waren der Aktiengesellschaft für Brückenbau, Tiefbohrung und Eisenkonstruktionen in Neuwied übertragen und wurden von dieser Firma zur vollsten Zufriedenheit ausgeführt.

Am 26. April 1903 konnte das erste Gleis der endgültigen Brücke in Betrieb genommen werden. Die Aushilfsbrücke ist nun wieder betriebsfrei, ihre Überbauten können in die endgültige Lage auf die Steinpfeiler verschoben

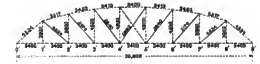


Abb. 1. Innerer Hauptträger.

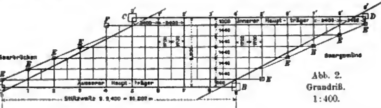


Abb. 2. Grundriß. 1:400.

werden, und der Beseitigung der Aushilfsbrücke steht nichts mehr im Wege. Voraussichtlich werden die noch auszuführenden Arbeiten innerhalb sechs Monaten vollendet werden, so daß der vollständige Umbau in $3^1/_2$ Jahren durchgeführt sein wird. Die gesamten Umbaukosten für die Aushilfsbrücke, das endgültige Bauwerk und die Beseitigung der Hilfsbauten, einschließlich der für die Aufrechterhaltung des Verkehrs entstandenen Kosten, werden sich auf rd. 670000 ℳ belaufen. Der Bau ist bisher ohne nennenswerten Unfall verlaufen; der Tod, den ein Arbeiter in der Saar gefunden hat, steht mit der Bauausführung nicht im ursächlichen Zusammenhang.

St. Johann-Saarbrücken, Mai 1903.

E. John, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor.

Das Wasser- und Elektrizitätswerk der Stadt Solingen.

Eine Talsperren- und Wasserkraftanlage.

Vom Wasserbauinspektor Mattern in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 30 bis 34 im Atlas.)

I. Einleitung.

Das Bergische Land am unteren Rhein, im Gebiete der Sieg, Wupper und Ruhr gelegen, ist von uraltersher die Stätte einer vielseitigen Industrie; hier haben ihren Sitz Kleineisen- und Textilgewerbe, Färbereien, Tuchwarenfabriken, Pulverfabriken und viele Gewerbe der Metallverarbeitung. Die geringe landwirtschaftliche Ertragfähigkeit dieser bergigen Gegend hatte die Bevölkerung auf die gewerbliche Betätigung hingewiesen, wobei der Wasserreichtum der Bäche und Flüsse die mechanische Arbeitsleistung für die Betriebe lieferte. Aber diese Kraftabgabe war eine ungleichmäßige. Zwar fielen reichliche Niederschläge, die einen starken Wasserabfluß in den Flüssen in der Jahressumme zur Folge hatten; allein ihre zeitliche Verteilung war eine ungemein ungünstige, und Zeiten der Hochfluten wechselten mit langanhaltender Dürre. Wenn schon dieser Zustand für die gewerbliche Betätigung ein lähmender Mißstand war, so wurde die Frage der Trinkwasserversorgung in der Neuzeit für diese dichtbevölkerten Gegenden zu einer förmlichen Lebensfrage.

Ehedem boten den in den Bergen und Büschen zerstreut liegenden Gehöften die Quellen und Bäche der Hänge und Täler eine gesicherte Wasserversorgung, und in den nur kleinen Städten der Höhen spendeten die Brunnen ausreichenden Zufluß, wenigstens bei nicht allzugroßer Trockenheit. In langer sommerlicher Dürre versagten allerdings diese Mittel. Dann mußte das Wasser aus den Tälern heraufgetragen oder in Tonnen herbeigefahren werden. Das waren Notbehelfe, die bei einer spärlichen Bevölkerung und unter den früheren einfachen Arbeits- und Lebensverhältnissen noch hingehen mochten. Unhaltbar aber gestalteten sich diese Zustände bei dem starken Wachstum der Städte in der Neuzeit. Die Frage der Bevölkerungszahl wurde dadurch zu einer Rechenaufgabe. Für eine gewisse Menge Menschen konnte selbst in sehr trockner Zeit auf die geschilderte müh-

same Weise der Wasserbedarf gedeckt werden; aber es ist klar, daß es schon nicht mehr möglich ist, für eine auf der Höhe, etwa 100 bis 200 m über den wasserführenden Tälern liegende mittlere Stadt von 40 bis 50000 Einwohnern das Trink- und Brauchwasser auf Wagen oder durch Tragen heranzuschaffen. Die Erschwernisse wachsen dabei ins große, und der Preis des Wassers wird eine unerschwingliche Last, abgesehen von allen gesundheitlichen Bedenken. Als um die Mitte des abgelaufenen Jahrhunderts die Anlage von zentralen Wasserwerken möglich wurde, welche imstande waren, das in den Tälern gesammelte Wasser durch Dampfpumpen auf jede gewünschte Höhe zu drücken, blieben zwar derartige Unternehmungen auch im Bergischen Lande nicht aus, allein sie vermochten die Grundfrage der Wasserversorgung — die dauernde Sicherung des ständig steigenden Bedarfs — nicht zu lösen. Stollen, welche zur Wassergewinnung in die Berge hineingetrieben wurden, versagten. Das vorhandene Schiefergebirge des Devons ist sehr dicht und undurchlässig, und die Gänge sind wenig wasserergiebig, so daß alle solche Anlagen als mißglückte Versuche meist aufgegeben werden mußten. Zu nicht wesentlich günstigeren Ergebnissen führte die Suche nach Grundwasser. Dieses war eben nur so lange vorhanden, als die unterirdische Aufspeicherung durch immer wieder erneute Auffrischung meteorischer Niederschläge ergänzt wurde; in trockner Zeit ließ diese Wasserzufuhr ebenfalls im Stich. Die Lage der Gemeinden wurde um so dringlicher, als in neuerer Zeit die Industrie sich daran gewöhnt hatte, ihren Wasserbedarf aus den städtischen Werken zu decken. Wie nun die neuzeitliche Entwicklung der technischen Wissenschaften und in der Folge davon das Aufblühen der modernen Industrie und der Gewerbe sowie des Verkehrswesens zur Bildung der Bevölkerungszentren mit ihren gesteigerten Bedürfnissen geführt hatte, so lehrte anderseits auch eben diese Ingenieurkunst Mittel und Wege, um den gewachsenen Ansprüchen gerecht zu werden. Man erkannte aus dem Studium der Wasserverhältnisse im Gebirge, daß eine Befreiung der Städte und Gemeinden aus der geschilderten Notlage und eine Verbesserung der Wassertriebkräfte erfolgen konnte durch Aufsammlung des Wassers in der wasserreichen Winterzeit für den trocknen Sommer. Diese Aufspeicherung bot aber nur dann Aussicht auf Erfolg, wenn sie im großen geschah und einen Jahresausgleich schaffte. Das wurde ermöglicht durch Sammelbecken von großem Fassungsraum, die hinter hohen gemauerten Absperrwerken mit wirtschaftlicher Zweckmäßigkeit den nötigen Vorrat schaffen. Vorbilder hierfür boten die bedeutenden durch Talsperren gebildeten Wasserwerke des Auslandes. Und es zeigte sich, daß die Seitentäler der Wupper und Ruhr durchaus geeignet waren für die Anlage solcher Stauweiher.

Als diese Einsicht gewonnen war, wandte sich die Bevölkerung des Bergischen Landes dem neuen Gedanken mit einer seltenen Einmütigkeit zu. Diese schnelle Auffassung von der Bedeutung des Talsperrenbaues und ihre sofortige praktische Betätigung wird diesem Lande allezeit ein ehrendes Zeichen sein. Die Remscheider Talsperrenanlage für die Wasserversorgung dieser Stadt war das erste Werk dieser Art. Wenn noch Zweifel bestanden hatten, so gab die reiche Erfüllung der auf diesen Bau gesetzten Hoffnungen und Wünsche volles Vertrauen. Eine industriereiche Stadt war hier der größten Wassernot mit einem Schlage enthoben. Der Talsperrengedanke nahm von dort aus gleichsam seinen Siegeslauf, und alle Welt brachte diesen Unternehmungen reges Interesse entgegen. Es gab ein einhelliges Zusammenarbeiten der beteiligten Kreise, um möglichst viele dieser nutzbringenden Werke zur Wohlfahrt des Landes zu errichten. Gesetzgebung, Verwaltung und Geldkräfte wirkten zusammen. Gesetze wurden geschaffen, um entgegenstehende, rechtliche Schwierigkeiten hinwegzuräumen, und Genossenschaften gebildet, um die wirtschaftliche Frage zu lösen und den Betrieb zu leiten, wenn nicht einzelne Interessenten wie Städte oder Gemeinden als Unternehmer auftraten. Im Jahre 1891 erlangte für das Gebiet der Wupper ein Gesetz Geltung, welches die zwangsweise Ausführung von Talsperren für gewerbliche Zwecke ermöglichte und später auf die Lenne, Volme und Ruhr ausgedehnt wurde.

So entstanden im Bergischen Lande aus den eignen Mitteln der Beteiligten ohne staatliche Zuschüsse die zahlreichen, großen Talsperren zur Trinkwasserversorgung, zur Aufhöhung des Niedergewassers in Triebbächen und Flüssen und zur Ergänzung des Grundwassers, welches den Tälern durch größere Pumpwerke entzogen wird, sowie zur zentralen Kraftgewinnung für Pumpbetrieb und Erzeugung elektrischer Energie — Anlagen, die alle zugleich mehr oder weniger dem Hochwasserschutz dienen. Man muß sich diesen Entwicklungsgang vergegenwärtigen, um für diese Bewegung Verständnis zu gewinnen und zu erkennen, aus welchen tiefinnern Gründen die bedeutende Ausbreitung sich erklärt, welche der Talsperrenbau in wenigen Jahren in Rheinland und Westfalen genommen hat und noch nimmt. Die dort ausgeführten und in der Ausführung begriffenen 17 Talsperren mit zusammen 89 Millionen cbm Stauinhalt haben mit den für die Ausnutzung der gewonnenen Energie hergerichteten Nebenanlagen die Aufwendung von 31 Mill. Mark erfordert, während weitere vier Sperrmauern mit 16,5 Mill. cbm Fassungsraum und rd. 10 Mill. Mark Kosten geplant sind.

Eine eigne Erscheinung in dieser aufsteigenden Entwicklung bildet das neue Wasser- und Elektrizitätswerk der Stadt Solingen, das in glücklicher Vereinigung der Nutzbarkeit der Sammelbecken und der Wasserkraft des durch Talsperren regulierten Wupperflusses ein Wasserverwertungs-Kraftwerk neuesten Stiles darstellt.

Diese Anlage in ihren baulichen Anordnungen sowie in ihrer Ausführung zu schildern, soll Aufgabe der nachfolgenden Abhandlung sein.

II. Die Vorarbeiten.

Die alte Industrie- und Waffenstadt Solingen mit gegenwärtig rd. 46000 Einwohnern hatte unter den gleichen mißlichen Wasserverhältnissen zu leiden, wie oben geschildert. Als die Wasserversorgung aus Brunnen und Zisternen für die innere Stadt sich als unzulänglich erwiesen hatte, war man Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts zur Anlage einer zentralen Wasserversorgung für die dichter bebauten Stadtteile geschritten, während die Außenbezirke ihren Bedarf nach wie vor aus Quellen und Bächen befriedigten. Dieses alte Wasserwerk, ganz in der Nähe der Müngstener Kaiser Wilhelmbrücke belegen, schöpfte zum Teil aus dem Grundwasser des Wuppertales und eines dort

einmündenden Seitenbaches, des Morsbaches, zum Teil wurde das Wasser des letzteren unmittelbar entnommen und durch Filteranlagen gereinigt. Das Wasser mußte um etwa 160 m bis zur hochgelegenen Stadt gehoben werden.

Die Ergiebigkeit des Werkes wurde unzureichend, als bei der steigenden Einwohnerzahl von Solingen auf mehr als 40 000 der tägliche Wasserverbrauch sich bis zu 4600 cbm an heißen Tagen und etwa 2300 cbm als Tagesdurchschnitt steigerte. Infolgedessen entstand in heißer Sommerzeit großer Wassermangel, worunter nicht zum wenigsten die Industrie der Stadt litt, deren Betriebe in solcher Zeit zu stocken drohten. Dazu kam, daß die Beschaffenheit des Wassers durch die zunehmende Bebauung des gewerbereichen Morsbachtales, nach welchem hin überdies ein Teil der Stadt Remscheid seine Vorflut hatte, sehr beeinträchtigt wurde. Eingehende Untersuchungen wurden darum angestellt über die Erschließung weiterer Wasservorräte.

Die Grundlage für die Entscheidung der zu wählenden Versorgungsart war der Wasserbedarf. Nach den bisherigen Erfahrungen konnte für die an die Wasserleitung anzuschließende Bevölkerung einschließlich des für die Industrie erforderlichen Wassers eine mittlere Jahresmenge von 18 cbm für den Kopf als ausreichend angesehen werden. Bei einer zukünftigen Größe der Stadt von 100 000 Einwohnern, für welche das Werk bemessen wurde, würde hiernach eine Gesamtabgabe von 1 800 000 cbm erforderlich werden, wofür jedoch den Berechnungen zur Vorsicht 2 000 000 cbm zu Grunde gelegt wurden.

Der Gedanke einer etwaigen Erweiterung des vorhandenen Wasserwerkes mußte aufgegeben werden, weil die Bohrungen nach Grundwasser in den benachbarten Talsohlen zu keinem brauchbaren Ergebnis führten. In Solingen wie im Betriebe der nahegelegenen älteren Remscheider Grundwasserversorgung hatte sich gezeigt, daß durch Brunnen aus dem Grundwasserbett in trockner Zeit von 1 qkm Niederschlagsgebiet eine Wassermenge von 40 bis 50 cbm in 24 Stunden gewonnen werden konnte. Wollte man für Solingen in den Tagen des zukünftigen größten Bedarfs eine Wassermenge von 9000 bis 10 000 cbm täglich sicher stellen, so wäre hierfür ein Niederschlagsgebiet von 200 bis 250 qkm Größe erforderlich gewesen. Ein so großes ungenutztes Niederschlagsgebiet in den vielbebauten Tälern zu erschließen, war unmöglich und daher der Bedarf nicht zu decken, wenn nicht durch anhaltendes Pumpen unmittelbar Bachwasser angesaugt werden sollte. Die Fassung von Quellen oder die Stollenbohrung konnte aus den oben dargelegten Gründen ebenfalls nicht in Betracht kommen. Es war zwar darüber kein Zweifel, daß in der Rheinebene die erforderliche Wassermenge in guter Beschaffenheit zu gewinnen war. Da aber der Rheinwasserspiegel in der Ebene oberhalb Düsseldorfs, die für die Entnahme in Betracht gekommen wäre, eine Höhe von etwa 43 N.N. hat, der Hochbehälter der Stadt Solingen aber auf 259 N.N. liegt, so war eine Hubhöhe von 216 m, ein Betriebsdruck von etwa 225 bis 230 m und eine Förderlänge von 19.5 km zu überwinden. Die Berechnungen ergaben, daß eine solche Anlage nicht nur sehr große Baukosten, sondern vor allem dauernd große Betriebskosten verursachen würde, da die Wasserhebung mittels Dampfkraft geschehen mußte.

Aber es lag keine Veranlassung vor, nur Grundwasserversorgung gelten zu lassen. Die nahegelegenen Städte Remscheid, Lennep, Altena, Gevelsberg, Ronsdorf u. a. wurden zum Teil schon seit Jahren mit Talsperrenwasser zur vollsten Zufriedenheit versorgt, und die gesundheitlichen Verhältnisse dieser Städte waren gute. Darum brachte man in Solingen, wo man diesen Betriebsergebnissen und örtlichen Anschauungen nahe gestanden hatte, dieser Wassergewinnungsart volles Vertrauen entgegen.

Es galt nun ein Tal ausfindig zu machen, welches bei nicht zu großer Entfernung von Solingen durch gute Bewaldung, nicht starke Bebauung des Niederschlaggebietes und Mangel an Fabriken, die eine Verunreinigung des Wassers hervorrufen könnten, die Möglichkeit der Entnahme eines guten Wassers und seiner Aufspeicherung verbürgte. Zunächst mußte man bestrebt sein, ein Tal zu suchen, aus welchem das Wasser mit natürlichem Gefälle dem Versorgungsgebiete zugeführt werden konnte, um die Betriebskosten auf eine Mindesthöhe zurückzuführen. Bei der hohen Lage der Stadt war dies jedoch nicht möglich. War man also genötigt, das Versorgungswasser zur Stadt durch eine Pumpenanlage zu heben, so mußte doch immer darauf Bedacht genommen werden, die Hubhöhe möglichst einzuschränken. Unter diesen Gesichtspunkten mußte das im Südosten der Stadt vorhandene Sengbachtal als günstig gelegen angesehen werden, nicht nur zur Entnahme eines guten Brauchwassers, sondern auch zu seiner vorteilhaften Aufspeicherung und zur Gewinnung von Betriebskraft. Das Niederschlagsgebiet des Sengbaches (Abb. 2 Bl. 30) entspricht in seiner geologischen und orographischen Beschaffenheit der Eigenart des Bergischen Landes. Es ist in der Nähe der Talsperre von geringer Breite und streckt sich nach oben fächerartig aus. Seine Größe beträgt 11,8 qkm. Aus dem oberen Hauptgebiet kommen drei Zuflüsse, bis zu deren Vereinigungsstelle etwa $^3/_4$ des gesamten Niederschlagsgebietes vorhanden sind. Die Hänge im oberen Gebiete sind flach und zum großen Teil bewaldet. Die Bewaldung besteht aus Niederwald und Busch; eine regelrechte Forstkultur mit Hochwald fehlt. Die Hänge sind mit Moos dicht bedeckt. In der Hochebene der eigentlichen Quellen sind einige Acker- und Wiesenflächen ausgebreitet. In dem tief eingeschnittenen unteren Tale ist nur Bewaldung vorhanden; an den Hängen ragen zum Teil kahle Felswände empor. Das Gebirge gehört der Mitteldevonformation an und besteht aus Tonschiefer und kristallinischem Schiefer, Grauwacke genannt. Es ist von großer Geschlossenheit; das Gestein dicht. Klüfte, durch welche etwa das aufgestaute Wasser nach Seitentälern entweichen könnte, finden sich nicht vor. Diese Geschlossenheit ist das Eigentümliche des Lenneschiefergebirges und macht es für die Anlegung von Staubecken besonders geeignet. Über dem Fels befindet sich eine Lage von Gerölle und darüber, die Oberfläche des Geländes bildend, an den Hängen eine Lehmablagerung, in der Talsohle Lehm und blauer Ton (Lette). Auch diese Decke ist von großer Dichte. Der Boden ist von geringer Fruchtbarkeit. Die Lehm- und Geröllschicht hat eine Mächtigkeit von 3 bis 4 m. In dem oberen Teile des Niederschlagsgebietes findet sich zwar etwas Ansiedlung, bestehend in einzelnen und zueinander geschlossenen Gehöften, deren Besitzer neben der Weberei Acker- und Viehwirtschaft betreiben. Eine Verunreinigung durch den haus- und landwirtschaftlichen Abfluß dieser geringen Bebauung war aber nicht zu befürchten,

da das Wasser von dort bis zu den Entnahmestellen und bis zum Becken kilometerlange Strecken fließen mußte und daher angenommen werden konnte, daß die Selbstreinigung des Baches eine genügende sein würde. Chemische und bakteriologische Untersuchungen unterstützten diese Vermutung und ergaben eine vorzügliche Beschaffenheit des frisch zufließenden Bachwassers. Es zeigte sich sehr weich (Härte 1 bis 2), ein Umstand, der im besonderen für die Industrie von Bedeutung ist. Eisen war ganz wenig darin vorhanden. Überdies war von vornherein eine Reinigung des Wassers in geeigneten Filteranlagen in Aussicht genommen, um allen weitgehendsten gesundheitlichen Anforderungen Rechnung zu tragen. Die Möglichkeit einer späteren Verschmutzung des Wassers durch zunehmende Bebauung und Anlegung von Fabriken im Niederschlagsgebiet mußte allerdings ins Auge gefaßt werden, und man war sich darüber klar, daß nach dieser Richtung hin eine ständige Aufmerksamkeit der Stadtverwaltung notwendig sein würde, um gegen schädliche Anlagen rechtzeitig einschreiten zu können und deren Errichtung im Niederschlagsgebiet mit Rücksicht auf die gesundheitlichen Verhältnisse eines großen Gemeinwesens mit den Mitteln der geltenden Gesetzgebung und der Verwaltung zu verhindern.

Die Niederschläge des Bergischen Landes sind reichlich und nehmen mit der Höhe der Bodenerhebung zu. Die geschilderte Beschaffenheit der Bodenoberfläche hat zur Folge, daß fast alles Niederschlagswasser als Oberflächenwasser zum Abfluß gelangt. Der Boden läßt keine Feuchtigkeit eindringen. Von den undurchlässigen Hängen stürzt das Wasser schnell ab, nur zurückgehalten in den Bäumen, Büschen und in dem Moos des Waldes. Die Anschwellungen des Sengbaches kommen eilig zur Entfaltung. Bei plötzlichen außerordentlich starken Niederschlägen beginnt das Ansteigen oft schon nach wenigen Stunden. Die Hauptmasse des Wassers — die Spitze der Flutwelle — gelangt allerdings erst nach etwa 24 bis 36 Stunden zum Abfluß. Das Wasser verläuft sich aber ebenso schnell, und eine nachhaltige Quellen- und Grundwasserspeisung findet nicht statt. Der Grundwasserstrom des Sengbachtales ist darum nicht bedeutend.

Die mittlere jährliche Regenhöhe für das Gebiet der Solinger Talsperre beträgt bei 200 m mittlerer Seehöhe rund 1000 mm. Der Abfluß ist im Mittel für das ganze Gebiet der Wupper zu 70 vH. des Niederschlags festgestellt. Im Winter gelangen etwa 80 bis 86 vH., im Sommer 30 bis 40 vH. der Niederschläge zum Abfluß. Für das Sengbachtal ist dieses Abflußverhältnis ein noch höheres (vgl. die Zusammenstellung S. 307). Als kleinste Einheit rechnet man für die obere Wupper und ihre Seitenzuflüsse 1 Liter in der Sekunde von 1 qkm Niederschlagsgebiet, im Mittel 27 Liter und als allerhöchsten Abfluß bei außergewöhnlichen Fluten 1 bis 1,2 cbm in der Sekunde von 1 qkm. Im übrigen hat man beobachtet, daß nach etwa dreitägigem ununterbrochenem Regen die obere Erdschicht vollständig gesättigt und nicht mehr wasseraufnahmefähig ist. Da in solchen Tagen die Luft mit Wasserdämpfen erfüllt ist, so ist die Verdunstung verschwindend klein, und es gelangt fast der ganze Niederschlag zum Abfluß, wie dies bei der größten in der Wupper bisher bekannten Hochflut vom 24. Nov. 1890 der Fall gewesen ist.

Da genaue Messungen der Abflußmengen für das Sengbachtal bei Aufstellung des ersten Entwurfs nicht vorlagen, so wurden für ihre vorläufige Ermittlung die Feststellungen im Eschbachtale an der Talsperre der Stadt Remscheid benutzt, deren Niederschlagsgebiet geologisch und orographisch und hinsichtlich der Niederschläge dem des Sengbachtales sehr ähnlich ist. Dort hatten sehr genaue Messungen während einer Reihe von Jahren stattgefunden, auf Grund deren man die wahrscheinlichen Zuflüsse in den in erster Linie in Betracht kommenden trocknen Jahren berechnete. Es konnte hiernach im Sengbachtal eine jährliche mittlere Abflußmenge von 8 bis 9 Mill. cbm erwartet werden, mit einer Verteilung auf die einzelnen Monate, wie sie aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich ist, die zugleich auch den zukünftigen Trinkwasserbedarf darstellt.

Monat	Zukünftige städtische Wasserversorgung, berechnet für die einzelnen Monate entsprechend der gegenwärtigen Abgabe	Zufluß zum Sengbachtale	
		für ein trockenes Jahr	für ein Jahr mit besonders trockenem Sommer
	cbm	cbm	cbm
Januar	162 000	1 820 000	447 000
Februar	145 000	1 339 000	3 162 000
März	161 000	325 000	952 000
April	160 000	281 000	101 000
Mai	162 000	385 000	39 000
Juni	170 000	161 000	39 000
Juli	184 000	60 000	65 000
August	184 000	65 000	47 000
September	180 000	426 000	109 000
Oktober	175 000	572 000	1 006 000
November	162 000	624 000	1 591 000
Dezember	155 000	1 742 000	1 084 000
Zusammen im Jahr	2 000 000	7 800 000	8 642 000

Gleichzeitig wurden an einem Überlaufwehr mit selbsttätigem Pegel, welches in den Bach in der Nähe der zukünftigen Sperrmauer eingebaut wurde, unmittelbare Messungen des Wasserabflusses vorgenommen, deren bisheriges Ergebnis in der unten folgenden Tabelle (S. 307) zusammengestellt ist und die Richtigkeit der obigen Annahme bestätigt.

Aus diesen Voruntersuchungen ergab sich, daß der vorhandene Wasserreichtum weit über den Bedarf der Stadt für Trinkwasserzwecke von 2 Mill. cbm jährlich hinausging und ein Mehr von 6 bis 7 Mill. cbm für andere Zwecke zur Verfügung stand. Naturgemäß wurde Bedacht darauf genommen, diesen Überschuß durch Umsetzung in Kraft nutzbar zu machen und dementsprechend die Größe des Sammelbeckens zu bemessen. Die Geländeverhältnisse ermöglichten die Anlegung eines Beckens in der hierfür erforderlichen Größe von mehreren Millionen Kubikmeter Stauinhalt in vorteilhaftester Weise.

Bestimmend für den Stauinhalt eines Sammelbeckens sind die Größe der jährlichen Zuflußmenge, der Wechsel des Zuflusses zum Becken und die Art der Entnahme daraus. Diese drei Größen müssen bei der Bemessung des Stauinhalts so in Einklang miteinander gebracht werden, daß der höchstmögliche Nutzen aus der Anlage erzielt wird. Das Becken darf nicht so groß angelegt werden, daß es sich niemals füllt, anderseits ist jeder über die Wassertreppe laufende Wassertropfen eine verlorene Energie. Wenn der Zufluß sich in allen Jahren und in den Jahreszeiten entsprechend gleich bliebe und die Entnahme in genau geregelter Weise stattfände, so würde diese Frage zu einer einfachen Rechenaufgabe. Allein beides ist nicht der Fall. Der

Wasserreichtum der einzelnen Jahre und seine Verteilung im Jahreslaufe ist sehr verschieden. Es könnte darum unter Umständen erwünscht sein, den Ausgleich nicht nur für einen Jahreslauf zu schaffen, sondern man würde vielleicht gut tun, den Überfluß eines oder mehrerer wasserreichen Jahre für wasserarme Zeiten aufzuspeichern. Das führt aber zu großen Becken mit hohen, kostspieligen Sperrmauern, und man wird sich in dieser Hinsicht einige Beschränkung auferlegen müssen, um nicht den Preis der im Wasser gewonnenen Energie so hinaufzuschrauben, daß die Anlage unwirtschaftlich wird. Man wird sich im allgemeinen damit begnügen müssen, den Ausgleich für ein trocknes Jahr zu schaffen. Auf der anderen Seite ist die Entnahme aus dem Becken eine wechselnde. Am regelmäßigsten ist sie noch bei Trinkwasser- und zentralen Kraftanlagen. Hier soll eine auf alle Tage des Jahres annähernd gleichmäßig oder nach bestimmtem Verhältnis verteilte Entnahme ermöglicht werden. Da ist es notwendig, die beobachtete längste Trockenzeit eines Sommers zugrunde zu legen, um die zur Ergänzung auf das Jahresmittelwasser fehlende Wassermenge, welche aufgespeichert werden muß, zu berechnen. Genaue Abflußmengen-Messungen haben erkennen lassen, daß in unseren deutschen Mittelgebirgen für kleine Niederschlagsgebiete hierfür ein Stauraum von $^2/_3$ bis $^1/_3$, für größere Gebiete, etwa über 100 qkm mit gleichmäßigerem Wasserhaushalt, von $^1/_4$ der mittleren Jahresabflußmenge genügt.

Sehr schwankend aber ist der Betrieb bei Sammelbecken, die der Aufhöhung des Niedergewassers dienen. Hier wird das Wasser nur abgelassen, wenn den Werken das natürliche Triebwasser fehlt. Der Betrieb des Beckens muß sich also dem Wechsel der Niederschlags- und Abflußmengen anpassen und ist daher wie diese sehr veränderlich. Hier hat die an den bisher ausgeführten Talsperren gewonnene Erfahrung gezeigt, daß die Größe der Becken im Wuppergebiet etwa ein Drittel des Jahresabflusses betragen müsse, um die dort im Jahreslauf auftretenden Schwankungen des Wasserabflusses zweckmäßig auszugleichen.

Unter besonderen Gesichtspunkten sind solche Staubecken zu beurteilen, welche dem Hochwasserschutz dienen. Bei diesen ist die Beckengröße umgrenzt durch die Forderung, daß die Schadenwassermenge der größten zu erwartenden Hochflut d. h. jene Menge, welche über das Fassungsvermögen des bordvoll und unschädlich abfließenden Gerinnes hinausgeht, zurückgehalten werden soll. Hierfür genügt ein Aufspeicherungsraum von 6 bis 10 vH. der jährlichen Abflußmenge.

Noch unübersichtlicher wird der Gegenstand bei Becken, die verschiedenartigen Zwecken zugleich dienen sollen. Wenn dieselbe Anlage für die Aufhöhung des Niedergewassers, der Kraftgewinnung und Trinkwasserversorgung und etwa auch für den Hochwasserschutz errichtet werden soll — wie derartige Staubecken vorkommen — und wenn bei der Entnahme noch die Kraftgewinnung mit einer anderen in ihrer Größe wechselnden Kraftquelle — wie in Solingen — zusammenarbeitet, dann treten in der Rechnung soviel unbekannte und veränderliche Größen auf, daß eine rein theoretische Ermittlung des Stauinhaltes gewagt erscheint oder unmöglich wird. Man wird in solchem Falle gut tun, unter Anhalt an Erfahrungssätze und Betriebsergebnisse für die Beckengröße eine Annahme zu machen, und wird dann, indem man die bestimmenden Grundgrößen so viel als möglich festzulegen sucht und die ungünstigsten Bedingungen zugrunde legt, prüfen müssen, ob die gewählte Beckengröße einen solchen Ausgleich der Abflußmengen schafft, daß die beabsichtigte Leistung erzielt wird. Je nach dem Ergebnis wird, in Gegenüberstellung der technischen Möglichkeit und der wirtschaftlichen Richtigkeit, der Stauraum größer oder kleiner zu wählen sein, immer aber darf man hierbei nicht außer acht lassen, daß es erfahrungsgemäß vorteilhaft ist, ein Sammelbecken eher zu groß als zu klein anzulegen. Eine Vergrößerung ist innerhalb gewisser Grenzen meist nur mit geringen Kosten verknüpft, weil durch jedes obere Meter der Sperrmauer ein unverhältnismäßig großer Stauraum gewonnen wird, während eine zu klein angelegte Talsperre dauernd eine verfehlte Anlage bleibt, da eine nachträgliche Aufhöhung der Sperrmauern und somit Vergrößerungen des Stauinhaltes meist unausführbar sind.

In Solingen war ein Ausgleich der Abflußmengen zu schaffen für die Trinkwasserversorgung und Kraftgewinnung. Der Ausgleich für Kraftzwecke wurde dadurch beeinflußt, daß mit der aus dem Sammelbecken zu schöpfenden Kraft eine zweite Wasserkraftquelle verbunden werden sollte. Es hatte sich aus den Voruntersuchungen ergeben, daß der Kraftzufluß aus der Talsperre durch die Wupperkraft verstärkt werden konnte. Etwa 1 km oberhalb des bei Glüder anzulegenden Kraftwerkes war in der Wupper ein Gefälle vorhanden, das zum Betriebe einer Stahlwarenschleiferei diente. Es war möglich, durch Einbau eines neuen Wehres in den Fluß und Umleitung des gestauten Wassers zum Kraftwerk ein Gefälle von 5 m bei M. W. zu schaffen. Die zur Verfügung stehende Wassermenge betrug 12 cbm bei M.W. und in trockener Zeit 5 bis 6 cbm sekundlich. Die Verhältnisse für eine so erweiterte Anlage des Wasserwerks lagen bei Glüder außerordentlich günstig. Man verfügte sonach über zwei Wasserkräfte, die sich gegenseitig ergänzten. In wasserreicher Zeit konnte die Wupper allein eine Arbeitsleistung liefern, welche der aus der Talsperre zu gewinnenden Kraft die Wage hielt. In trockener Zeit würde sie allerdings versagt haben. Zwar wird ihre Wasserführung durch die Anlage von zwei großen Talsperren an der Bever und Lingese im oberen Flußgebiet, sowie durch drei kleinere Ausgleichweiher geregelt und auf die angegebene geringste Wasserführung von 5 bis 6 cbm sekundlich gebracht. Allein das genügte nicht. Auch erfolgte dieser Kraftzufluß nicht regelmäßig. Es gibt wohl kaum einen Fluß, der in dieser Hinsicht so eigenartige Verhältnisse zeigt, wie die Wupper. Man kann sie heute kaum noch als ein natürliches Flußgerinne ansehen. Über Sonntag und in den Feiertagen liegt sie fast ganz trocken, weil dann die Triebwerke nicht arbeiten und sämtlicher Abfluß in den oberen Staubecken, den drei am Flusse entlang verteilten Ausgleichweihern und in vielen kleinen privaten Triebwerkteichen aufgefangen und zurückgehalten wird. Aber auch über Tag wechselt ihre Wasserführung in starkem Maße, weil der natürliche Abfluß durch willkürliche Anstauungen in den privaten Werken vielfach gestört wird. Wenn zwar diese täglichen Unregelmäßigkeiten durch weiteren Ausbau der Regulierung, vermehrte Anlage von ausgleichenden Zwischenstauungen und polizeiliche Maßnahmen zu beseitigen sein würden, so muß für ein an un-

unterbrochenen Betrieb gebundenes Werk der Mangel des Wassers an Sonntagen irgendwie ersetzt werden. Hier nun konnte durch das Sammelbecken im Sengbachtale, von welchem aus bis zum Kraftwerke an der Wupper ein mittleres Gefälle von 50 m zur Verfügung stand, eine vortreffliche Ergänzung geschaffen werden. Es liegt darin eine weitere und sehr bemerkenswerte Nutzwirkung der Talsperren, daß sie geeignet sind, für die Wassertriebwerke an Bächen und Flüssen einen Kraftvorrat zu bilden. Wenn zwar durch die Anlegung von Sammelbecken für die Aufhöhung des Niedergewassers in fließenden Gewässern eine gleichmäßigere Wasserführung erreicht werden kann, so ist eine vollkommene Ausgleichung auf ständiges Mittelwasser technisch nicht durchführbar. Wassertriebwerke an Flüssen werden also stets einen in gewissen Grenzen schwankenden Kraftzufluß behalten, auch bei Regulierung der Abflußmengen durch Sammelbecken. Da kann nun eine Talsperre für eine einzelne solche Triebwerkanlage dann einen besseren Ausgleich schaffen, wenn von dem Stauweiher nach dem Triebwerk ein hohes, in Druckleitungen zu fassendes Gefälle zur Verfügung steht, so daß in Hochdruckturbinen mit geringem Wasserverbrauch dieselbe Kraftleistung hervorgebracht wird, wie die Niederdruckturbinen des fließenden Gewässers mit großem Wasserverbrauch darbieten. Ein solches Becken bildet gleichsam die sonst für unzureichende Wasserkräfte übliche Aushilfe durch Dampfkraft.

Es war in Aussicht zu nehmen, die Wupper so lange und insoweit arbeiten zu lassen, als ihre Kraft ausreichte. Erst wenn sie im Stich ließ, sollte das Talbecken eintreten. Die in einem Gebäude zu vereinigende Anlage der Niederdruckturbinen für das Wupperwasser und der Hochdruckturbinen für das Talsperrenwasser ermöglichte diese Umschaltung jederzeit im Augenblicke. Die beiden auf verschiedenen Wegen gewonnenen Kräfte konnten überdies, wenn erforderlich, gleichzeitig zur Befriedigung des vollen Bedarfs zusammen arbeiten und somit ein geschickter Betrieb sich dem jeweiligen Bedarf und Kraftzufluß in bester Weise anpassen. In dieser eigenartigen Ausnutzung der natürlichen Energien — unter Ausschluß der Dampfkraft — liegt ein besonderer Vorzug der Solinger Wasserkraftanlage.

Eine theoretische Vorausbestimmung des Beckeninhaltes auf der dadurch gegebenen nicht ganz einfachen Grundlage konnte zu keinem Ziele führen. Aber man war in der glücklichen Lage, nach dieser Richtung hin die Ergebnisse des Betriebes der Remscheider Talsperre zu verwerten, da ein ähnlicher Betrieb für die Solinger Anlage zu erwarten war. Nach den Erfahrungen in Remscheid muß für einen solchen gemischten Wasserversorgungs- und Kraftbetrieb ein Becken angelegt werden, welches wenigstens ein Drittel der über den Trinkwasserbedarf überschüssigen Jahresmenge faßt. Es mußte also für Solingen ein Stauraum von mindestens $\frac{7}{3} = 2\frac{1}{3}$ Mill. cbm in Aussicht genommen werden, wenn nicht zu häufig ein Überlaufen des Beckens und damit Verlust von Betriebswasser eintreten sollte. Mit Rücksicht auf Verluste infolge Sickerungen und Verdunstung und zur Vorsicht, weil die Niederschlags- und Abflußverhältnisse des Sengbachtales derzeit noch nicht genügend bekannt waren, wurde ein Stauinhalt von 3,0 Mill. cbm gewählt.

Hinsichtlich der Lage der Talsperre wird es unter sonst gleichen Umständen im allgemeinen vorteilhaft erscheinen, in einem abzusperrenden Seitentale die Sperrmauer möglichst an die Ausmündung in das Haupttal heranzulegen, um das abzufangende Niederschlagsgebiet voll auszunutzen. Dieser Gesichtspunkt wird in erster Linie dort gelten, wo es sich um freien Ablauf des Talsperrenwassers als Zuschuß zum Betriebswasser eines Baches handelt. Wenn aber, wie in Solingen, der Druck des aufgestauten Wassers in geschlossenen Rohrleitungen zum Kraftwerk hingeführt und in seinen Turbinen und Pumpen zur Ausnutzung kommt, so muß die Frage auftauchen, ob nicht die Verschiebung der Lage der Talsperre weiter hinauf in das Tal Vorteile bringt, wenn dadurch an Kraftgefälle gewonnen werden kann und sich dort gleich günstige Verhältnisse hinsichtlich des Untergrundes und des Geländes bieten. Diese Prüfung ergab, daß unmittelbar an der Ausmündung des Sengbachtales in das Wuppertal eine Sperrmauer für 3 Mill. cbm Stauinhalt errichtet werden konnte. Aber es fand sich auch etwa 1 km oberhalb eine ebenso geeignete Talenge vor. Und diese Stelle lag 20 m höher als die Talausmündung, während das Niederschlagsgebiet bis dorthin sich nur wenig verringerte, da der Bach auf dieser Strecke von hohen, beiderseits stark abfallenden und schmalen Bergrücken begleitet wird, die die Abgrenzung des Sengbachtales gegen zwei Nebentäler bilden. Überdies geht auch der Abfluß von diesem Teil des Niederschlagsgebietes für die Trinkwasserversorgung nicht ganz verloren, da er von den unterhalb der Talsperre liegenden Rieselwiesen, welche sich bis nahe an den Auslauf des Sengbachtales hinziehen, zum Teil für ihre Grundwasserspeisung aufgefangen wird. Das Niederschlagsgebiet beträgt an der Mündung des Sengbaches 12,3 qkm, und 1 km oberhalb, wie oben erwähnt, 11,8 qkm. Die Möglichkeit durch eine solche Verschiebung des Absperrwerkes talaufwärts den bedeutenden Gewinn an Kraftgefälle von 20 m zu erzielen bei unwesentlichem Verlust an Wasserabflußmengen gab den Ausschlag für die Wahl der oberen Talenge.

Die Berechnungen der aus der Wupper und dem Sammelbecken zu gewinnenden Wasserkräfte hatte das Ergebnis, daß nach Deckung des zukünftigen stärksten Brauchwasserbedarfs von 2,0 Mill. cbm jährlich die in dem Gefälle des gestauten Wassers der Talsperre und der Wupper nutzbare Kraft in den trockensten Jahren hinreichte nicht nur für die Hebung des Trinkwassers nach der Stadt auf eine Höhe von rd. 170 m, sondern daß darüber hinaus noch ein Vorrat an Kraft von jährlich 2,4 bis 2,5 Mill. Pferdekraftstunden zur Verfügung standen. Bei Annahme von nur 70 v H. Nutzwirkung der Kraftübertragung konnten etwa 1,7 Mill. Pferdekraftstunden in der Stadt dienstbar gemacht werden, deren wirtschaftlich vorteilhafter Absatz für Licht- und motorische Zwecke in städtischen Betrieben und in der Solinger Industrie nach den Erfahrungen an Elektrizitätswerken benachbarter Städte mit Sicherheit erwartet werden konnte.

Die Stadtvertretung beschloß darum im Mai 1898 das Wasserwerk in Verbindung mit einem Elektrizitätswerk zu bauen und die aus dem Überschuß an mechanischer Arbeitsleistung zu gewinnende elektrische Energie durch Fernübertragung in Solingen nutzbar zu machen. Die Gesamtgröße der von der Stadt für diesen Zweck im Sengbach- und

Messungen der Regenhöhen und Abflußmengen im Sengbachtale während der Jahre 1898 bis 1903.

Größe des Niederschlagsgebietes: 11,8 qkm.

Jahr und Monat	Regenhöhe mm	Niederschlagsmenge cbm	Abflußmenge cbm
1898			
Januar	—	—	558 051
Februar	100,4	1 184 720	2 193 781
März	67,9	801 220	1 660 955
April	57,4	677 320	562 005
Mai	151,9	1 787 538	1 264 064
Juni	63,44	748 120	278 815
Juli	132	1 457 660	307 079
August	77,4	916 120	340 069
September	24,1	656 080	87 677
Oktober	65,82	777 476	113 572
November	32,8	387 040	118 812
Dezember	114	1 310 180	1 106 245
Zusammen	—	—	8 591 150
1899			
Januar	132,4	1 552 320	1 759 733
Februar	38	448 100	467 952
März	67,3	794 580	463 423
April	164,5	1 952 200	1 629 288
Mai	107,1	1 143 780	771 326
Juni	65	767 000	286 180
Juli	109,9	1 296 820	861 045
August	19,7	222 440	102 452
September	143,56	1 694 206	168 541
Oktober	39,73	168 811	213 981
November	48,7	585 280	198 290
Dezember	64,6	782 280	507 101
Zusammen	1000,49	11 708 122	7 432 315
1900			
Januar	165,58	1 953 754	2 174 891
Februar	71,07	814 920	1 086 589
März	20,2	237 180	396 468
April	54,2	638 420	383 644
Mai	62,2	723 960	295 394
Juni	99,89	1 182 640	104 996
Juli	117,8	1 383 040	632 563
August	112,8	1 329 340	351 666
September	23,3	276 910	128 326
Oktober	80,5	949 840	201 804
November	54,6	644 300	586 559
Dezember	119,2	1 413 420	1 172 763
Zusammen	981,34	11 547 754	7 515 663

Jahr und Monat	Regenhöhe mm	Niederschlagsmenge cbm	Abflußmenge cbm
1901			
Januar	58,2	677 202	794 605
Februar	49	575 000	554 766
März	104,3	1 330 740	1 862 409
April	90,8	1 071 800	1 041 822
Mai	29,5	368 100	187 248
Juni	47,3	558 140	111 857
Juli	21,5	254 880	63 047
August	102,52	1 209 736	64 196
September	111,3	1 323 340	90 877
Oktober	125,5	1 480 900	748 133
November	144,57	1 702 886	1 476 456
Dezember	127,2	1 497 020	1 331 914
Zusammen	1011,69	12 049 741	8 336 360
1902			
Januar	78,86	929 610	1 405 097
Februar	44,8	528 640	593 267
März	79,58	954 960	895 401
April	52,83	633 960	382 525
Mai	112,28	1 347 360	754 885
Juni	131,8	1 581 600	717 321
Juli	79,14	949 680	179 511
August	95,1	1 141 200	314 408
September	36,6	439 200	655 610
Oktober	107,6	1 291 200	806 486
November	32,4	388 800	454 623
Dezember	113,0	1 356 000	1 525 372
Zusammen	963,99	11 542 210	8 684 501
1903			
Januar	89,77	1 077 240	1 181 517
Februar	53,9	646 800	973 928
März	53,21	638 520	723 388
April	113,6	1 363 200	1 298 419
Mai	68,8	825 600	702 173
Juni	56,4	676 800	188 108
Juli	154,82	1 857 840	412 493
August	110,7	1 328 400	938 060
September	98,65	1 183 800	562 229
Oktober	114,9	1 378 800	1 021 564
November	124,48	1 493 760	1 336 716
Dezember	23,8	285 600	833 147
Zusammen	1063,03	12 756 360	10 171 751

Nach vorstehenden Zahlen ergibt sich aus der sechsjährigen Beobachtungszeit 1898—1903 eine mittlere Regenhöhe von 1000 mm und eine Jahresabflußmenge von 8,45 Mill. cbm. Die durchschnittliche Abflußhöhe im Jahr betrug 710 mm; von der jährlichen Regenhöhe entfallen somit 1000 — 710 = 290 mm auf Verdunstung und Versickerung. Auf die Fläche als Einheit bezogen war der Jahresabfluß im Durchschnitt 710000 cbm/qkm des Niederschlagsgebietes, im trockensten Jahre (1899) 630000 cbm, im nassen Jahre 1903 862000 cbm. Die geringste monatliche Abflußmenge von 1 qkm betrug 5340 cbm (Juli 1901) und die größte im Februar 1898 186000 cbm. Daraus berechnet sich für die trockenste Zeit im Monatsdurchschnitt ein sekundlicher Abfluß von 2 l/qkm, und im nassesten Monat 72 l/qkm, während das Mittel der ganzen Beobachtungszeit 23 l/qkm beträgt. Die größte bisherige Abflußmenge in 24 Stunden betrug 211207 cbm vom ganzen Niederschlagsgebiet, die größte stündliche Wassermenge 9864 cbm. Daraus ergibt sich ein sekundlicher Hochstabfluß von 232 Liter von 1 qkm. In den Sommermonaten April bis September gelangten im Mittel der Beobachtungszeit 46 vH. der Niederschlagsmenge zum Abfluß, in den Wintermonaten Oktober bis März 96 vH., während von der Jahresabflußmenge im Durchschnitt 34 vH. auf die Sommermonate, 66 vH. auf die Wintermonate entfallen. — Bemerkenswert ist die Erscheinung, daß fast in sämtlichen Beobachtungsjahren die Abflußmenge in den Monaten Januar, Februar und März die Niederschlagsmenge übersteigt. Es zeigt sich hier eine Verschiebung im Wasserhaushalte, den der im Vorwinter fallende und gegen das Frühjahr hin zum Schmelzen gelangende Schnee herbeiführt.

Wuppertale an Wald-, Wiesen- und Ackerfläche erworbenen Ländereien beträgt 273 ha, wovon an die staatliche Forstverwaltung 124 ha zur Aufforstung abgetreten sind.

III. Die allgemeine Anordnung der Gesamtanlage.

Entsprechend dem doppelten Zwecke gliedert sich das Gesamtwerk in eine Reihe von Einzelbauten und Einrichtungen, die teils der Trinkwasserversorgung, teils der Kraftgewinnung und der Erzeugung elektrischer Energie dienen.

Im Sengbachtale (Abb. 1 Bl. 30) liegen die Wassergewinnungs- und Wasserausgleichungsanlagen, an der Wupper die Kraftausnutzung. Von dort wird das Wasser durch geschlossene Rohrleitungen, vom Wehr an der Wupper durch einen offenen Betriebskanal dem Kraftwerk bei Glüder zugeführt, in welchem die Turbinen, die Wasserhebemaschinen und die Dynamos untergebracht sind.

Die Bestimmung der Bauanlagen im einzelnen und ihr Zusammenarbeiten zur Gesamtwirkung wird am besten klar, wenn man den Betrieb des Werkes verfolgt.

Das Vorbecken mit 100 000 cbm Fassungsraum und 3,4 ha Wasserfläche bei gefülltem Becken ist eine in sich abgeschlossene Anlage, die imstande wäre, für sich allein die Trinkwasserversorgung einer kleinen Gemeinde zu liefern, da es mit allen hierfür erforderlichen Einrichtungen versehen

ist. Tatsächlich hat es auch von der teilweisen Inbetriebnahme des neuen Wasserwerks im Juli 1901 bis zur Fertigstellung der großen Talsperre die Wasserspeisung der Stadt Solingen — ergänzt durch das alte Werk bei Müngsten — geliefert. Das Vorbecken besteht aus den Rieselwiesen, dem Staubecken mit Unterwasserfilter, welches durch den Staudamm abgesperrt wird, und den zur Umleitung des Wassers erforderlichen Rohrleitungen. Das Niederschlagsgebiet oberhalb dieser kleinen Talsperre beträgt rund 9 qkm. Das in den drei Bächen frisch zufließende Wasser wird vor seinem Eintritt in das Sammelbecken abgefangen und behufs Reinigung für Trinkwassergenuß auf Rieselwiesen geleitet. Das gerieselte und von einer Drainage aufgenommene Wasser läuft in jedem der drei Täler zunächst in kleinen gemauerten Brunnen zusammen. Von hier wird es in eisernen Rohrleitungen nach dem Hauptsammelbrunnen, der innerhalb des Staudammes liegt, geführt, um von dort durch eine Leitung von 350 mm l. W. in natürlichem Gefälle nach dem Pumpwerk zu gelangen. Diese Rohrleitung liegt etwa 8 m unter dem Wasserspiegel des gefüllten Hauptbeckens und kreuzt die große Sperrmauer, durch welche sie hindurchgeht, ohne mit dem Hauptbecken oder seinen Rohrleitungen Verbindung zu haben, im vollen Mauerwerk 8 m unter der Mauerkrone.

Fließt aus dem Niederschlagsgebiet mehr Wasser zu als der Trinkwasserverbrauch erfordert, so sammelt sich dieser Überschuß zunächst im Vorbecken an. Das hier gestaute, noch in seiner natürlichen Beschaffenheit befindliche Wasser wird mittels eines offenen Sandfilters gereinigt. Dieses Filter liegt auf der Sohle des Staubeckens und steht daher unter Wasser, wenn das Becken gefüllt ist. Das hier gefilterte Wasser fließt zunächst in einen Ausgleichbrunnen innerhalb des Staudammes und gelangt von hier in den ersterwähnten Hauptsammelbrunnen. Durch diese doppelte Brunnenanlage wird erreicht, daß etwaige Stöße in den Rohrleitungen, hervorgerufen durch unruhigen Gang der Pumpen im Kraftwerk, sich nicht auf das Sandfilter übertragen. Aus dem Vorbecken gelangt kein ungereinigtes Wasser in die Hauptleitung und zu den Pumpen: Die Rieselwiesen und das Sandfilter ergänzen sich gegenseitig.

Neben seiner eigentlichen Bestimmung als Trinkwassergewinnungsanlage wirkt das Vorbecken aber noch nach anderen Richtungen hin vorteilhaft. Vor allem ist dasselbe geeignet, auf die Beschaffenheit des Wassers im Hauptbecken Einfluß zu üben. Untersuchungen an Talsperrenanlagen haben ergeben, daß in den Zeiten von Hochfluten und während der Schneeschmelze das in den Bächen den Sammelbecken zufließende Wasser mitunter trübe ist. Wenn zwar auf dem Wege von den Eintrittsstellen in das Becken bis zu den Wasserentnahmestellen an der Sperrmauer eine Selbstreinigung des Wassers, wie durch eingehende Ermittlungen festgestellt ist, eintritt, so muß doch die Fernhaltung jeder vorübergehenden Trübung, soweit es irgend möglich ist, erwünscht erscheinen. Dies wird in Solingen durch das Vorbecken erreicht. In diesem findet die erste Aufsammlung, Zurückhaltung und Klärung des Zuflusses statt. Der bei weitem größte Teil des Zuflusses nach dem Hauptbecken gelangt dorthin über den Überlauf des Staudammes. An dieser hochgelegenen Stelle wird nur geklärtes Wasser überfließen. Die Offenhaltung des Hauptbeckens — sofern schädliche Ablagerungen im Laufe langer Zeiten überhaupt eintreten, was nach den bisherigen Erfahrungen bei den rheinisch-westfälischen in nennenswertem Maße allerdings nicht zu erwarten ist — ist demnach unter allen Umständen gesichert. Die Entfernung etwaiger Ablagerungen an kleiner konzentrierter Stelle des Vorbeckens würde sich überdies wenn sie je notwendig werden sollte, einfacher gestalten, als bei einer Schlammdecke, die auf eine weite Fläche ausgebreitet ist.

Das Vorbecken bietet zudem die Möglichkeit, das Hauptbecken zeitweise, wenn erforderlich, aus dem Wasserversorgungsbetriebe auszuschalten. Zwar erfordern sorgfältig ausgeführte Sperrmauern sehr geringe Unterhaltungsarbeiten. Immerhin sind mit ihnen eine Anzahl Einrichtungen für die Entnahme des Wassers und die Entleerung des Beckens, die unter Wasser liegen, verbunden. Auch ohne daß ein besonderer Anlaß vorliegt, muß es daher im Interesse der ordnungsmäßigen Erhaltung und Betriebssicherheit der Anlage erwünscht sein, in gewissen Zeiträumen die Sperrmauer trocken legen und besichtigen zu können. Erfahrungsmäßig ist eine solche Aushilfe, wie sie das Solinger Vorbecken bildet, von großem Vorteil.

Wenn in wasserreicher Zeit der Zulauf aus dem Niederschlagsgebiet die Wasserentnahme weit übersteigt, so füllt sich das Vorbecken schnell, bleibt dann dauernd gefüllt, und der Überschuß tritt über den Überlauf im Staudamm in das Hauptsammelbecken ein. Während im Vorbecken ein Ausgleich im kleinen stattfindet und dasselbe den größten Teil des Jahres überläuft, findet in dem Becken der großen Talsperre die Ausgleichung des Wasserreichtums im Winter und Frühjahr für die Trockenheit des Sommers statt.

Das Hauptsammelbecken von 3 Mill. cbm Inhalt ist $1^1/_2$ km lang und hat bei Vollfüllung an der absperrenden Mauer 36 m Wassertiefe. Es nimmt dann eine Wasserfläche von 20,2 ha ein und zieht sich in mehrfachen Windungen und Ausbuchtungen zwischen den bewaldeten Höhen hin. Die gegenseitigen Beziehungen zwischen Stauhöhe, Stauinhalt und überstauter Fläche läßt Text-Abb. 1 erkennen.

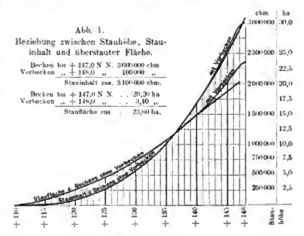


Abb. 1. Beziehung zwischen Stauhöhe, Stauinhalt und überstauter Fläche.

Eigentümlich ist seine Enge bei großer Tiefe, die hervorgerufen wird durch steilabfallende, an ihrem Fuße nahe zusammentretende Hänge. Diese erreichen eine Neigung von 1 : 2 bis 1 : 1,7, während die Talsohle ein durchschnittliches Gefälle von 1 : 50 und eine Breite von 30 bis 40 m hat.

Die Bedeutung dieses Hauptbeckens im Rahmen der Gesamtanlage, seine Größe und sein Einfluß auf die Regulierung des Wasserabflusses ist im Abschnitt II erörtert, worauf hier verwiesen werden möge.

Der Abfluß des Wassers aus dem Hauptsammelbecken erfolgt durch drei Rohrleitungen. Ein Rohr von 700 mm l. W. dient, wenn nötig, zur Entleerung des Beckens; daneben sind zwei Betriebsleitungen vorhanden. Ein Rohr von ebenfalls 700 mm führt das Druckwasser dem Kraftwerk zu; ein Rohr von 350 mm dient für die Trinkwasserentnahme. Dieses Wasser wird zunächst durch einen unmittelbar unterhalb der Talsperre gelegenen Springbrunnen geschickt. Dies geschieht zu dem Zweck, das Wasser des Beckens durch die Berührung mit der atmosphärischen Luft und durch die damit eintretende Aufnahme von Sauerstoff aufzufrischen und schmackhafter zu machen und etwaigen Eisengehalt durch Oxydation zum Niederschlag zu bringen. Dann wird das Wasser auf Rieselwiesen geleitet, die sich in der Talsohle von der Sperrmauer ab bis zum Stollen auf etwa 800 m Länge hinziehen. Das gereinigte Wasser sammelt sich in einem Brunnen am unteren Ende der Wiesen und läuft in natürlichem Gefälle durch eine Rohrleitung von 400 mm l. W. zunächst nach einem Ausgleichbrunnen an der Pumpstation und von hier zu den Pumpen. Dieser Ausgleichbrunnen ist bestimmt, zu verhindern, daß die Stöße der Pumpen in die Rohrleitungen gelangen.

Der Stollen, welcher am unteren Ende der Rieselwiesen eine Verbindung zwischen dem Sengbach- und Wuppertale herstellt, kürzt den Weg für die Rohrleitungen ab, die andernfalls mit größeren Kosten um die weit vorspringende Bergnase bei Glüder hätten herumgeführt werden müssen.

Für die Nutzbarmachung der Wasserkraft der Wupper ist ein massives und festes Wehr an Stelle eines alten Überfalls errichtet. Am linken Ufer befindet sich eine Schleusenanlage, die den Einlaß zu dem Betriebskanal bildet, der 8,0 m Sohlenbreite und eine Wassertiefe von 1,5 bis 1,7 m bei mittlerem Wasserstande hat. Dieser führt das gestaute Wasser dem Kraftwerk zu, soweit es für Kraftzwecke bis zu einer Höchstmenge von 20 cbm/sec. Verwendung findet, während die darüber hinausgehenden Wassermengen der Wupper über die Wehrkrone abfließen.

In dem Pump- und Kraftwerk vereinigen sich die von entgegengesetzten Seiten kommenden Zuflüsse aus dem Sengbach- und Wuppertale. Hier stehen die Hochdruckturbinen für die Kraftumsetzung des Talsperrenwassers und die Niederdruckturbinen für das Wupperwasser. Es ist die Einrichtung getroffen, daß das Werk für den Pump- wie für den elektrischen Betrieb je nach Bedarf lediglich vom Wupperwasser oder vom Talsperrenwasser oder von beiden Kraftquellen zugleich angetrieben werden kann. Zu diesem Zwecke ist die Wasserhebeanlage doppelt: eine Pumpengruppe ist mit einer Niederdruckturbine gekuppelt, eine zweite Gruppe mit einer Hochdruckturbine. Dem elektrischen Betriebe dienen ebenfalls zwei Turbinen, je eine für Hoch- und Niederdruck. Mit jeder der letzteren Turbinen ist eine Dynamomaschine verbunden.

Eine Steigleitung von 40 cm Durchmesser bringt das Wasser nach dem altvorhandenen gemauerten und überdeckten Hochbehälter der Stadt bei Krahenhöhe, von wo aus die Verteilung in das Leitungsnetz der Stadt erfolgt. Diese Leitung kreuzt dükerartig die Wupper, erklimmt dann den steilen Hang zu der hochgelegenen Chaussee von Burg nach Solingen und liegt in letzterer eingebettet. Die tatsächliche Förderhöhe ohne Reibungsverbrauch beträgt 168 m.

Der elektrische Strom wird durch eine unterirdische doppelte Kabelleitung der Stadt zugeführt und gelangt dort zur Einzelverteilung für Licht- und Kraftzwecke.

IV. Die Bauausführung im allgemeinen.

Die Ausführung der gesamten Arbeiten und Lieferung war nach öffentlicher Ausschreibung in Großunternehmung vergeben; ausgeschlossen waren davon die Lieferung der Rohrleitungen, die Herstellung der Brücke über den Obergraben, Abräumung der Talbecken, Herstellung der Rieselwiesen und einige kleinere Arbeiten. Die Verlegung der Rohrleitungen und die Herstellung der Rieselwiesen geschah im Eigenbetrieb. Die Inbetriebsetzung der Bauausführung mit den im Sengbach- und Wuppertale in einer Längenausdehnung von rund 4 km sich hinziehenden Baustellen erforderte unter schwierigen Geländeverhältnissen einen erheblichen Arbeitsaufwand. Das Sengbachtal war vordem wirtschaftlich wenig erschlossen; wenige Wiesengrundstücke wurden in seinem Grunde genutzt. Es war auffallend, wie sich in diesen Bergen inmitten eines gewerbereichen und dichtbevölkerten Bezirks ein Tal fast noch in der Natürlichkeit des Urzustandes erhalten hatte. Die Wege im Tale waren schlecht und kaum als solche zu bezeichnen. Mit Axt, Spaten, Hacke, Bohrgerät und Sprengstoff vordringend, mußte Weg und Steg geschaffen werden. Der Vorbau der Zufuhrbahn für Baustoffe, die Einrichtung der Arbeitsplätze und Steinbrüche und die Unterbringung der Arbeiter, welche zum Teil in Baracken Unterkunft fanden, mußten umsomehr Gegenstand eifrigen Bemühens sein, als die Bauzeit kurz bemessen war. Dieser letztere Umstand kennzeichnet die Art des Baubetriebes, bei dem besonders im ersten Baujahre (1900) der Nachtbetrieb zur Regel gehörte.

Die Zufuhrbahn mit Lokomotivbetrieb von 90 cm Spurweite erhielt in der Station Hilgen der Strecke Opladen-Lennep an die Staatsbahn Anschluß und zog sich durch das ganze Sengbachtal bis zur Baustelle des Wehres an der Wupper in einer Länge von 7 km hin. Eine Abzweigung ging in starker Steigung zu den Lagerplätzen am linken Hange der Sperrmauer, in deren Kronenhöhe sie endete (vgl. Abb. 5 Bl. 30 und Text-Abb. 2). Die Bahn lag zum großen Teil in den Berghängen. Die Baugrube der großen Sperrmauer wurde überschritten auf dem zur Aufnahme des Sengbaches eingebauten Gerinne. Eine große Anzahl Brücken über Talmulden, Bäche und die Wupper war erforderlich. Die Herstellung dieser Zufuhrbahn mußte die erste Aufgabe der Bauinangriffnahme sein. Es wurde damit im Januar 1900 begonnen. Um Mitte Mai dieses Jahres war die Bahn bis zum Wupperwehre vorgestreckt, so daß die sämtlichen Baustellen für die Zuführung der Baustoffe erschlossen waren.

Die Lage der Bauten im Gebirgstale brachte große Beengtheit des Raumes für Lagerplätze und Vorratschuppen mit sich. An steilen Hängen mußte dieser dem Gelände förmlich abgerungen, vielfach die Anlagen auf Gerüstunterbauten verlegt werden, besonders an den beiden Talsperren,

an denen es darauf ankam, die Beton- und Mörtelbereitung in Höhe der Mauerkrone zu vollziehen. Der Platz ist hier zum Teil durch Felsaussprengungen geschaffen worden, die Kalkgruben waren am Berghange, wie Schwalbennester klebend, aufgemauert.

Der erste Steinbruch wurde am rechten Hange oberhalb der Sperrmauer in einem Abstande von 120 m angelegt (Abb. 5 Bl. 30). Seine Sohle lag auf + 120 N. N. oder rd. 6 m über Talsohle und 27 m unter dem höchsten Stauspiegel. Der Bruch wurde bald nach der Bauinangriffnahme im Frühjahr 1900 erschlossen und sollte zunächst die im ersten Baujahre benötigten Betonsteine liefern. Zur Zerkleinerung der Steine war hier ein Steinbrecher, angetrieben durch eine Lokomobile, aufgestellt. Anfänglich war eine Angriffslänge von 60 m vorhanden, welche sich aber späterhin verengte, indem die brauchbares Material liefernden Gesteinsbänke wie ein Keil in weniger guten Schichten saßen. Nach der Sperrmauer hin durfte der Bruch nur so weit ausgedehnt werden, daß zwischen ihm und der Mauer sowie der äußeren Bergwand unterhalb der Talsperre an der schmalsten Stelle in Höhe des zukünftigen Wasserspiegels (+ 147 N. N.) mindestens 100 m Felsmasse stehen blieben. Bei diesem Abstand hat es kein Bedenken, die Steinbrüche unterhalb des zukünftigen Wasserspiegels anzulegen, wie hier geschehen, und man wird nicht die Befürchtung hegen dürfen, dadurch die Dichtigkeit der Felswände in den Flanken der Sperrmauer zu beeinträchtigen, falls das Tal von einem geschlossenen Gebirge eingefaßt wird und zum Staubecken an sich geeignet ist.

Schon im Herbst des Jahres 1900 zeigte sich, daß dieser Bruch bei weitem nicht imstande sein würde, das erforderliche Material für die Sperrmauer zu liefern. Daher wurden zwei darüber liegende Staffeln angebrochen, und diese drei Brüche dienten während des Baujahres 1901 für die Steingewinnung. Ihre gesamte Angriffslänge betrug etwa 180 m. Leider waren sie nicht ergiebig genug. Der Abraum war bedeutend; in der Hauptsache wurde Tonschiefer gefunden, zwischen dieser Hauptmasse des Gesteins saß Grauwacke in einzelnen Bänken. Überdies schwankten die Brüche in ihrer Güte sehr, und minderwertige Lagen traten ganz unvermutet auf. Die Aufschließung neuer Steinbrüche erwies sich als eine zwingende Notwendigkeit. Nach umfangreichen Schürfungen wurde im oberen Tale ein nach Südosten gelegener Berghang gefunden, der die Anlage von drei Staffeln von je 12 m Höhe mit einer Gesamtangriffslänge von 220 m ermöglichte. Diese Brüche wurden im Herbst 1901 aufgetan und im Winter 1901/02 daraus ein Vorrat von etwa 25000 cbm gewonnen. Die Überdeckung mit Lehm und Gerölle war keine bedeutende, stellenweise nur 1 bis $1\frac{1}{2}$ m. Das Gestein bestand zum großen Teil aus Grauwacke. Der Betrieb dieser Brüche wurde während des Sommers 1902 voll aufrecht erhalten, und ihre Ausbeute, ergänzt durch Entnahme von dem vorerwähnten Vorratlager, sicherte einen gleichmäßigen Baufort-



Abb. 2. Die Baustelle der großen Talsperre.

gang. Daneben wurden in geringem Maße auch die alten Brüche an der Mauer benutzt. Die gute ausgleichende Wirkung des Steinvorrats zeigte sich dabei aufs klarste. Wenn schlechte Gesteinslagen in den Brüchen auftraten, die ihre Ergiebigkeit schmälerten, war es im Augenblick möglich, den Lagerplatz stärker in Anspruch zu nehmen, so daß sich die Deckung des Steinbedarfs von 375 bis 400 cbm täglich in glatter Weise vollzog. Wohltätig wirkte vor allem das Gefühl der Sicherheit.

Die Wasserversorgung einer Talsperrenbaustelle ist eine Frage von großer Bedeutung. Die Mörtelbereitung erfordert viel Wasser. Noch stärker ist der Wasserverbrauch bei der Steinwäsche, dazu kommt der Aufwand für das Anfeuchten der Mauer, das täglich mehrmals wiederholt werden muß, für die Speisung der Dampfmaschinen und Lokomotiven, für Trinkwasserzwecke u. a. m. Man kann annehmen, daß in einem größeren Baubetrieb täglich etwa 400 bis 500 cbm verbraucht werden. Die Beschaffung dieser Wassermenge kann in der sommerlichen Trockenheit unter Umständen Sorge machen, wenn man bedenkt, daß der geringste Zufluß im Gebirge in solcher Zeit sehr herabgeht. Es ist dann zweckmäßig, kleine Wehre zu errichten, um das Wasser über Nacht nicht unnütz ablaufen zu lassen.

Die Art des Baubetriebes im besonderen und die Einrichtungen auf den einzelnen Baustellen gehen aus den nachfolgenden Schilderungen hervor. Bei der Darstellung wurde das Hauptaugenmerk der Anlage der großen Sperrmauer zugewandt. Es erschien nicht unnütz, die hierbei gesammelten Erfahrungen — gewonnen aus dem Bauvorgange, aus Beobachtungen und Versuchen — niederzuschreiben, da die Kenntnis der Umstände, unter denen Talsperrenausführungen vor sich zu gehen pflegen, noch wenig verbreitet ist, bei der zunehmenden Bedeutung der Sammelbecken für den Ausbau unserer Wasserwirtschaft im Gebirge aber erwünscht sein mag.

V. Die Baustoffe.

Das Gefüge des in den Steinbrüchen an Ort und Stelle gewonnenen Schiefer- und Grauwackengesteins ist feinkörnig bis dicht, der Bruch unregelmäßig, scharfkantig und zum Teil splittrig, die Farbe dunkelgrau bis grünlichgrau mit vereinzelten rostfarbigen Spaltungflächen. Das Gestein hat ein Einheitsgewicht von 2,75 und eine mittlere Druckfestigkeit von etwa 1500 kg/qcm. Das Wasseraufnahmevermögen — eine Eigenschaft, die für den Zweck einer Talsperre von besonderer Bedeutung ist — ist sehr gering und beträgt bis zu 0,5 vH. als Höchstmaß.

Der verwendete Sand war Rheinsand und wurde aus dem Strome gebaggert. Er war grobkörnig und enthielt Stücke bis Hühnereigröße. Der ungesiebte Sand hatte etwa 10 vH. vom Korn des Normalsandes. Der Sand war infolge seiner Entnahme aus fließendem Gewässer von großer Reinheit und zeigte nur Spuren von abschlämmbaren Teilen. Die Hohlräume des lose eingerüttelten Sandes wurden i. M. zu 28 vH. ermittelt. Das Einheitsgewicht betrug i. M. 2,66. Im Bruchsteinmauerwerk wurde der Sand in ungesiebtem Zustande verwendet, für das Ziegel- und Putzmauerwerk jedoch gesiebt mit je nach Erfordernis größerer oder feinerer Maschenteilung.

Der Kalk war kohlensaurer Kalk, der gebrannt auf die Baustelle gebracht und hier abgelöscht wurde (Weißkalk). Nach den chemischen Analysen enthielt der Kalkstein 97 bis 98 vH. an kohlensaurem Kalk.

Der gelöschte Kalk mußte vor seiner Verwendung vier Wochen lang in den Gruben gelagert haben und eine geschmeidige, nicht körnige oder knotige Beschaffenheit besitzen.

Der Traß stammte aus dem Nettetal bei Andernach am Rhein. Der Traß von blaugrauer Farbe wurde gemahlen angeliefert und durfte beim Sieben auf einem Siebe von 900 Maschen auf 1 qcm höchstens 20 vH. Rückstand haben. Tatsächlich ist bei den fortlaufenden Untersuchungen diese Grenze nie erreicht worden. Entscheidend für die Güte des Trasses ist neben seiner Mahlungsfeinheit, sein Gehalt an hygroskopischem und Hydratwasser. Guter Traß, gemahlen aus hydraulichen Tuffsteinen, soll mindestens 7 vH. Glühverlust (Hydratwasser, chemisch gebundenes Wasser) ergeben. Der Glühverlust blieb in allen während der Bauzeit vorgenommenen Versuchen über dieser Mindestgrenze Da aber Festigkeitsversuche über die Güte des Trasses die zuverlässigste Unterlage bilden, so wurden auf dem Baubureau fortlaufend Zerreißversuche gemacht, deren Ergebnis unten (S. 319) mitgeteilt ist.

Der Zement mußte die normenmäßige Beschaffenheit besitzen. Bei allen Festigkeitsversuchen wurde von dem Gesichtspunkt ausgegangen, alle Baustoffe und die Mörtelmischungen möglichst unter Bedingungen zu prüfen, wie sie in den Bauwerken Verwendung fanden. Nur bei der Prüfung der normalen Festigkeit des Zementes wurde der Normalsand aus dem Rheinsand abgesiebt und die Mischung von Hand hergestellt, um für die normenmäßige Prüfung die erforderliche Voraussetzung zu schaffen. Im übrigen wurde bei den Festigkeitsprüfungen, im besonderen des Mörtels an der Talsperre, das Untersuchungsmaterial dem Baubetriebe (der Mörtelbütte) unmittelbar entnommen, wobei nur die gröbsten Kieselsteine durch Absieben entfernt wurden. Dies geschah auf einem Siebe, welches vier Maschen auf 1 qcm enthielt. Nach dieser Seite hin sind also die Versuche auf dem Baubureau den wirklichen Vorgängen in der Mauerung so weit als möglich angepaßt und damit ein erstes Erfordernis für die Beurteilung der Güte des Bauwerks erfüllt. Teils zum Vergleich mit den auf der Baustelle ausgeführten Proben, teils um besondere Fälle zu untersuchen, wofür die geeigneten Hilfsmittel nicht zur Verfügung standen, wurden mehrfach Versuche bei der Kgl. Prüfungsanstalt in Charlottenburg ausgeführt. Die Ermittlungen an Zement bieten nichts besonderes. Nur sei hierzu bemerkt, daß die Festigkeitsproben mit Zement in genannter Anstalt in einem Versuche mit dem eingesandten Rheinsand das auch sonst gefundene Ergebnis lieferten, daß bei der Verwendung desselben Zementes die Probekörper mit Bausand größere Festigkeit zeigten als mit Normalsand. Die Zugfestigkeit bei Verwendung von gesiebtem Rheinsand (auf grobem Sieb) war um etwa 33 vH., die Druckfestigkeit um etwa 10 vH. größer. Ähnliches ergaben auch die Versuche des Baubureaus. Daneben wurden einige Dichtigkeits- und Festigkeitsversuche gemacht, welche wegen der dabei verwandten Mörtelsorten und des Zweckes Wert haben dürften.

Nachstehend sind die wesentlichsten Prüfungsergebnisse übersichtlich zusammengestellt. Dazu wird folgendes bemerkt. Bei den Versuchen mit Zementtraßmörtel unter

Dichtigkeits- und Festigkeitsversuche.

I. Versuche in der Königl. Versuchsanstalt in Charlottenburg.

a) Wasserdurchlässigkeit.

Nr.	Mörtelmischung	Alter der Proben Wochen	Art der Erhärtung	Platten von 7,1 cm Durchm. und 2,28 cm Dicke unter 2 bis $2\frac{1}{2}$ Atm. Wasserdruck. Ergebnis	Verwendungsstelle	Bemerkungen
1	1 Rtl. Zement $\frac{1}{2}$ „ Traßmehl $\frac{1}{2}$ „ Kalkbrei 4 „ gesiebt. Rheinsand	4	unter Wasser	Die 3 Tage lang dem Wasserdruck ausgesetzten Platten standen dicht	Mörtel im Beton des Staudammes	Der Rheinsand wurde auf einem Sieb von 4 Maschen auf 1 qcm abgesiebt.
2	$\frac{1}{4}$ Traßmörtel (1 Rtl. Kalkbrei $1\frac{1}{2}$ Rtl. Traßmehl $1\frac{3}{4}$ Rheinsand) + $\frac{3}{4}$ Zementmörtel (1:3)	4	teils unter Wasser, teils an der Luft bei täglich zweimaliger Anfeuchtung	dicht	Abmauerung der Rohrstollen und Einmauerung der eisernen Entnahmerohre in der Hauptsperrmauer	Rheinsand gesiebt wie vor.
3	1 Zementmörtel (1:2) + $\frac{1}{2}$ Traßmörtel (1 Rtl. Kalkbrei, $1\frac{1}{2}$ Rtl. Traßmehl, $1\frac{1}{2}$ Sand) und 1 Zementmörtel (1:1, feingesiebt. Sand) als Abgleichung	4	in der Luft im Zimmer bei täglich zweimaliger Anfeuchtung	Die 3 Tage lang dem Wasserdruck ausgesetzten Proben der Mörtel aus beiden Sanden standen dicht	Verputz an der Wasserseite der Hauptsperrmauer	Die untere Schicht aus Zementtraßmörtel 20 mm st., die obere Abgleichung aus Zementmörtel (1:1) 5 mm st.; zusammen 25 mm st. Der grobe Sand wie oben gesiebt, der feinere Sand auf 50-Maschensieb. — Es kamen 2 Sandarten zur Probe: gebaggerter Rheinsand und Grubensand, gewonnen in der Rheinebene in der Nähe des Stromes. — Abgleichung nach 24 Stunden auf die untere Putzlage aufgebracht. Die Mörtelmischungen wurden zunächst einzeln gemischt und dann miteinander gemengt.

b) Festigkeit.

Nr.	Mörtelmischung	Alter der Proben Wochen	Art der Erhärtung	Zug kg/qcm (Mittel aus 10 Proben)	Druck kg/qcm (Mittel aus 10 Proben)	Verhältnis $\frac{Zug}{Druck}$ (Mittel aus 10 Proben)	Verwendungsstelle	Bemerkungen
4	1 Rtl. Zement $\frac{1}{2}$ „ Traßmehl $\frac{1}{2}$ „ Kalkbrei 4 „ Rheinsand	4	unter Wasser	20,0	124,2	$\frac{1}{6,2}$	Mörtel im Beton des Staudammes	Rheinsand abgesiebt.
5	1 Rtl. Kalkbrei $1\frac{1}{2}$ „ Traßmehl $1\frac{3}{4}$ „ Rheinsand	4	1 Tag an der Luft, 27 Tage unter Wasser	15,0	112,3	$\frac{1}{7,5}$	Mörtel im Mauerwerk der Hauptsperrmauer	wie vor.
6	Mischung wie vor.	6	2 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser	19,6	108,9	$\frac{1}{5,6}$	wie vor.	
7	Mischung wie vor. 2 verschied. Sandsorten, gebaggerter Rheinsand u. Grubensand aus einer Grube in der Rheinebene nahe dem Strome	4	1 Tag an der Luft, dann unter Wasser	16,5 (Rheinsand) 19,8 (Grubensand)	139,5 (Rheinsand) 143,9 (Grubensand)	$\frac{1}{8,5}$ $\frac{1}{7,3}$	desgl.	Vergleichender Versuch. Der gebaggerte Rheinsand hatte 0,14 vH., der Grubensand 0,85 vH. an abschlämmbaren Teilen.
8	Mischung wie vor. Rheinsand	6	2 Tage an der Luft, dann 12 Tage zweimal täglich angefeuchtet, den Rest unter feuchtem Lappen	11,3	84,8	$\frac{1}{7,5}$	desgl.	Rheinsand abgesiebt.
9	Mischung wie vor.	6	wie vor.	10,6	75,6	$\frac{1}{7,1}$	desgl.	Rheinsand abgesiebt.

c) Vergleichender Versuch über Erhärtung von Zement-Traßmörtel an der Luft und unter Wasser.

(Vgl. Abb. 3 Bl. 30.)

Nr.	Mörtelmischung		Art der Erhärtung	kg/qcm	Alter in Tagen 28	84	126	270	360	Bemerkungen
10	$\frac{1}{4}$ Traßmörtel (1 Rtl. Kalkbrei $1\frac{1}{2}$ Rtl. Traßmehl $1\frac{3}{4}$ Rheinsand) + $\frac{3}{4}$ Zementmörtel (1:3)		Im feuchten Raum an der Luft bei täglich 2maliger Anfeuchtung	Zug „	21,2	27,8	32,2	38,5	43,7	* Diese Zahl wurde von der Versuchsanstalt als zweifelhaft bezeichnet. Der Mörtel enthielt 7,8 vH. Wasser. Der Mörtel hat bei der Abmauerung der Rohrstollen und Einmauerung der eisernen Entnahmerohre an der Hauptsperrmauer Verwendung gefunden.
				Druck „	172,6	255,3	238,9*	293,5	344,9	
			1 Tag an der Luft, dann unter Wasser	Zug „	24,4	29,2	27,4	32,6	33,3	
				Druck „	191,8	222,8	279,1	344,0	348,2	

II. Versuche auf dem Baubüreau.

a) Zugfestigkeit.

		Alter in Wochen	Art der Erhärtung	Zug kg/qcm				
11	1 Rtl. Kalkbrei $1^1/_2$ „ Traßmehl $1^3/_4$ „ Rheinsand	6	2 bis 3 Tage an der Luft, dann unter Wasser	13,1	—	—	Mörtel im Mauerwerk der Hauptsperrmauer	Die Zahl gibt das Mittel aus etwa 230 Probekörpern, die während des zweijährigen Mauerbetriebes zerrissen wurden. Die geringste Zugfestigkeit betrug 9,7, die größte 15,8 kg/qcm. Die Proben wurden mit dem Hammerapparat hergestellt, der Mörtel jedesmal im Betriebe aus den Mörtelbütten entnommen und auf einem 4-Maschensieb abgesiebt.
12	Mischung wie vor	6 12 18	3 Tage an der Luft, dann unter Wasser	11,2 17,2 19,6	—	—	wie vor	Erhärtungszeit: Februar bis Juni.
13	$^1/_3$ Traßmörtel (1 Kalk, $1^1/_2$ Traß, $1^3/_4$ Rheinsand) + $^2/_3$ Zementmörtel (1 : 3)	4	1 Tag an der Luft, dann unter Wasser	16,9	—	—	wie unter 10	Die Zahl gibt das Mittel aus etwa 50 Proben. Erhärtet in der warmen Jahreszeit.
14	1 Zementmörtel (1 : 2) + 2 Traßmörtel	4	1 Tag an der Luft, dann unter Wasser	11,3	—	—	Mörtel in der Verblendmauer an der Wasserseite	Die Zahl gibt das Mittel aus etwa 50 Proben. Erhärtet in der kühleren Jahreszeit (November).
15	1 Zementmörtel (1 : 3) + 2 Traßmörtel	4 6	1 bis 2 Tage an der Luft, dann unter Wasser	11,4 13,2	—	—	—	Mittel aus 15 bis 20 Proben. Erhärtet in der wärmeren Jahreszeit.
16	1 Zementmörtel (1 : 2) + $^1/_2$ Traßmörtel	4	wie vor	14,8	—	—	wie unter 3	Mischung im Mauerbetriebe von Hand hergestellt. Mittel aus 15 Proben.

b) Versuche mit künstlichem Zusatz von Lehm.

				Reingewaschener Rheinsand zu Normalsand abgesiebt	Normalrheinsand mit Lehmzusatz					
					10 vH.	20 vH.	25 vH.	50 vH.	66 vH.	
				Zugfestigkeit kg/qcm						
17	1 Portlandzement + 3 T. Sand	4	1 bis 2 Tage an der Luft, dann unter Wasser	17,5	20,6	17,4	10,7	2,8	Die Körper zeigten gar keine Festigkeit	Die Versuche wurden ausgeführt im Winter 1901/02. — Der künstlich zugesetzte Lehm war das Verwitterungsprodukt der Grauwacke und des Schiefertons, wie er sich als Überlagerung des Gebirges vorfand. Er wurde getrocknet, zu Pulver zerkleinert und nach Gewichtsteilen dem reinen Sand zugemengt.

c) Versuche mit angemacht langstehendem Traßmörtel.

				Alter des Mörtels in Tagen							
18	1 Kalk $1^1/_2$ Traßmehl $1^3/_4$ Rheinsand	6	2 bis 3 Tage an der Luft, dann unter Wasser	1—2	3	4	5	8—12	16—18	22	Herstellung der Probekörper vgl. unt. 11. — Zu den Versuchsreihen bis zu 8 Tagen wurde meist ein und derselbe Mörtel aufbewahrt. Der Mörtel wurde durch möglichsten Luftabschluß vor Austrocknen geschützt und erdfeucht erhalten. Er hatte in diesem Zustande die Beschaffenheit etwa wie feuchter Ton, dem der Mörtel auch in der Farbe ähnelte. Die Erhärtung kann durch die Feuchthaltung hingehalten werden. Der 16 bis 22 Tage alte Mörtel wurde dem fertiggestellten Mauerwerk der Talsperre aus Aufbrüchen entnommen und war in der Abbindung begriffen, ließ sich aber noch zu Brei kneten.
	Zugfestigkeit kg/qcm			13,2	13,4	14,2	13,8	11,9	11,4	12,6	

Nr. 10 galt es, ein vergleichbares Ergebnis für die Erhärtung dieses Mörtels an der Luft und unter Wasser zu finden. Es scheint hiernach, als wenn auf die Dauer die Erhärtung an der Luft, also bei Zutritt von Kohlensäure, größere Festigkeiten liefert (vgl. Abb. 3 Bl. 30). In den Versuchen unter Nr. 7 hat der Mörtel mit Grubensand größere Festigkeit gezeigt als der Mörtel mit Rheinsand. Ähnliche Ergebnisse wurden auf dem Baubureau mit Grubensand und mit gewaschenem Sand, dem künstlich Lehm zugesetzt wurde, erzielt (vgl. Nr. 17). Diese Ergebnisse geben einigen zahlenmäßigen Anhalt für die allgemein zwar schon erkannte Tatsache, daß ein geringer Gehalt an Lehm, der dem Sande lose beigemengt ist, die Mörtelfestigkeit zu erhöhen imstande ist. Man erkennt, daß ein Zusatz bis zu 20 vH. noch unschädlich wirkt. Darüber hinaus nimmt allerdings die Festigkeit schnell ab. Immerhin wird man bei Verwendung von Grubensand Vorsicht anwenden müssen, da er leicht ungleichmäßig ausfällt und da der Lehmgehalt die Mörtelfestigkeit gefährdet oder aufhebt, wenn die lehmigen Bestandteile an den Sandkörnchen fest anhaften und sie einhüllen.

VI. Der Staudamm des Vorbeckens.

Beschreibung. Das Vorbecken (Abb. 1 Bl. 30) wird abgesperrt durch einen Damm am Zusammenlauf von drei Tälern, die bei ihrer Vereinigung eine enge Einschnürung zeigen. Der Stauspiegel d. h. die Überlaufhöhe der Kaskade liegt auf + 148,00 N.N., die Kronenhöhe auf + 149,35. Die Wassertiefe bei gefülltem Becken beträgt 8,5 m. Bei angestautem Hauptbecken, dessen höchster Wasserspiegel + 147,00 N.N. ist, liegt der Damm beiderseitig im Wasser, auf der Oberseite 1,35 m, auf der Unterseite 2,35 m daraus hervorragend. Der Damm (Abb. 1 bis 3 u. 5 Bl. 32) besteht aus einem massiven Kern mit beiderseitiger Erdschüttung. Der Kern ist in Beton hergestellt und greift in der Sohle wie

an den beiderseitigen Berghängen in den festen Fels ein. Seine Stärke beträgt in der Kronenhöhe 1 m; in der durchschnittlichen Gründungssohle (+ 136) 2 m. Der Damm ist nach einem Halbmesser von 50 m gekrümmt. Der Betonkern ist als Gewölbe wirkend allein imstande, den gesamten Wasserdruck aufzunehmen, wobei die Druckbeanspruchungen des Baustoffes innerhalb zulässiger Grenzen bleiben. Das Mischungsverhältnis des Betons ist: 1 Rtl. Zement, $^1/_2$ Rtl. Fettkalkbrei, $^1/_2$ Rtl. Traß, 4 Rtl. Rheinsand, 8 Rtl. Kleinschlag. Die Außenflächen des Betonkerns sind mit einem glatten und dichten Verputz von 15 mm Stärke versehen, der die Zusammensetzung hat: 1 Zement, 1 Kalk, 3 feiner Sand.

Der Kern wird in seiner Standfestigkeit durch die beiderseitige Erdschüttung unterstützt, wodurch der Damm die Kronenbreite von 3 m erhält. Die obere Böschung hat die Neigung $1:2^1/_2$, die untere, talseitige 1:2. Die Schüttung besteht aus Lehm und Lette in seinem inneren Teile; in den äußeren Lagen des Dammes ist geröllhaltiger Lehm verwendet. An der Oberwasserseite ist die Böschung mit Steinstücken abgedeckt, während die Krone und die dem Hauptbecken zugewandte Seite abgepflastert sind, um ein Abschälen der unteren Dammböschung zu verhindern, wenn aus irgend welchen ungünstigen Zufällen etwa eine Verstopfung des Überlaufs und ein Überströmen des Dammes stattfinden sollte. Die Abpflasterung besteht aus 25 cm starken Bruchsteinen, die auf der Geröllunterlage unmittelbar aufgesetzt und durch Auszwickung zu einer festen Steindecke verspannt sind. Der Überlauf am rechten Hange hat 8 m Breite. Nach der Formel $Q = \frac{2}{3}\mu \cdot b \cdot \sqrt{2g \cdot h}\,\frac{2}{3}$ für $\frac{2}{3}\mu = 0{,}5$, $\sqrt{2g} = 4{,}43$ und $h = 1$ m berechnet sich die Wassermenge, welche über denselben zum Abfluß gelangen kann, zu 18 cbm/sec., während für das etwa 9 qkm Niederschlagsgebiet des Vorbeckens nach allen bisherigen Erfahrungen die größte sekundliche Abflußmenge allerhöchstens 9 bis 10 cbm/sec. betragen dürfte. Die Sohle der Kaskade, deren Absätze der natürlichen Fels- und Geländelage angepaßt sind, besteht aus Beton, die Seitenwandungen aus Bruchsteinmauerwerk. Der Überlauf ist überdeckt durch eine 3 m breite Brücke mit Bohlenbelag auf eisernen I-Trägern.

Innerhalb der Dammschüttung liegen zwei Sammel- und Ausgleichbrunnen, welche einen inneren Durchmesser von 2,50 m haben; sie sind auf Fels gegründet und in ihrem unteren Teile aus Bruchsteinmauerwerk, in ihrem oberen Aufbau in Ziegelmauerwerk hergestellt (Abb. 5 u. 9 Bl. 32). Der Unterbau ist außen und innen mit einem Zement-Traßputz überzogen. Die Dacheindeckung ist Schiefer auf Schwemmsteinkappen zwischen eisernen Trägern. Oberlichte lassen das Licht einfallen. Die eichenen Türen dieser Brunnen sind an den Anschlägen durch Gummieinlagen gegen das Eindringen von kleinen Tieren abgedichtet. Im Brunnen *c* kommen die sämtlichen Rohrleitungen aus dem Vorbecken zusammen, die hier durch Schieber abgeschlossen werden können. Die Schieber werden durch Rundeisengestänge und Handrad von der Fußbodenhöhe + 149 aus bedient. Zur Entnahme des in dem Brunnen *b* sich sammelnden Wassers, welches seine Reinigung im Sandfilter erfahren hat, ist ein Ausziehrohr (Abb. 9 Bl. 32) angeordnet. Dieses ist zwischen drei Schwimmern so aufgehängt, daß über seinen Rand eine bestimmte Wassermenge in das Rohr hinein fließen und durch die an dasselbe anschließende Rohrleitung fortgeführt werden kann. Diese Vorrichtung war notwendig, da der Wasserspiegel im Becken und somit im Brunnen je nach dem Zufluß und der Entnahme Schwankungen unterliegt, sodaß die Wasserentnahme in beliebiger Höhe möglich sein muß. Die Bedienung des Ausziehrohres erfolgt durch eine Handwinde; durch Einstellen des Randes hat man es in der Hand, die Abflußmenge zu beschränken, um die Filteranlage nicht zu überlasten. Die leichte Beweglichkeit ist durch obere und untere an jedem Schwimmer angebrachte Rollenführung mit Kehlung erreicht; die Rollen laufen auf ⊥-förmigen Führungsschienen. Der Auftrieb der Schwimmer ist so eingerichtet, daß sie bei voller Belastung durch das Gewicht des Ausziehrohres, Winde und Eigengewicht und einen Bedienungsmann 25 cm aus dem Wasser ragen. Sämtliche Eisenteile sind verzinkt.

Da es erwünscht schien, eine Entleerung des Brunnens *b*, in welchen das vom Filter herkommende Rohr mündet, unabhängig vom Brunnen *c* herbeiführen zu können, so wurde hier ein Heberrohr von 15 cm Durchmesser eingebaut, welches den Betonkern in der Höhe + 148 durchquert und in der unteren Dammböschung etwa $1^1/_2$ m unter der Erde weitergeführt wird zu einem abgepflasterten Graben, welcher in den unteren Teil der Kaskade ausmündet. Die Rieselwiesen oberhalb des Vorbeckens liegen wesentlich höher als die Dammkrone. Es könnte also, wenn der Abfluß aus Brunnen *c* unterbrochen wird, ohne daß gleichzeitig die Schieber der Zuleitungen aus den Rieselwiesen geschlossen werden, im Brunnen *c* eine Stauung eintreten. Aus diesem Grunde ist im Brunnen *c* zur Entlastung ein stets offenes Überlaufrohr von 35 cm l. W. eingebaut worden.

Für die vollständige Entleerung des Vorbeckens nach dem Hauptsammelbecken hin, ist eine besondere Rohrleitung von 350 mm Weite durch den Damm hindurchgelegt und mit einem Schieberschacht *d* von gleicher Bauart wie die beiden anderen Brunnen versehen (Abb. 1 u. 5 Bl. 32). Während jedoch die letzteren Brunnen für sich stehen, lehnt sich der Brunnen *d* an den Betonkern. Da es von weitgehender Bedeutung ist, die Möglichkeit der Entleerung zu sichern, so ist der Lagerung dieses Rohres erhöhte Sorgfalt zugewendet. Es ist zur Vermeidung schädlicher Sackungen auf Betonbögen gelegt, die ihre Stütze in Betonpfeilern auf Felsgründung finden. Die vollständige Entleerung des Beckens durch dieses Rohr, dessen Sohle am Einlauf auf + 139,5 liegt, würde nur bei diesem und niedrigeren Wasserständen im Hauptbecken erfolgen können. Um das Unterwasserfilter unabhängig vom Wasserstande im Hauptbecken trocken legen zu können, ist vom Brunnen *a* eine 35 cm weite Rohrleitung nach Brunnen *c* eingebaut worden. Brunneneinlauf und Rohrsohle liegen auf + 142 N.N., während die Filtersohle an der tiefsten Stelle auf + 142,5 liegt. Der Ablauf des Beckens bis zu dieser Höhe geschieht durch das 35 cm weite Zuleitungsrohr aus Brunnen *c* nach dem Pumpwerk, welches nächst unterhalb der Hauptsperrmauer einen Schieber mit Auslaß erhalten hat.

Bauausführung. Bei Aushebung der Fundamentgrube für den Betonkern des Dammes wurde der gesunde und feste Fels im allgemeinen in der planmäßigen Tiefe

+ 136 N.N. gefunden. Hierbei mußte in die obere weichere Felslage der Talsohle 70 bis 80 cm und an den mehr verwitterten Hängen bis zu $1^1/_2$ m eingearbeitet werden. Der Sengbach wurde über der Baugrube durch ein hölzernes Gerinne von 1 m Höhe und Breite überführt. Die Felsarbeiten stießen nicht auf Schwierigkeiten; jedoch erlitt die Fertigstellung der Baugrube dadurch eine zeitweilige Störung, daß in der Nähe des Sengbachbettes sich ein Spalt von 1,50 bis 2 m Breite quer durch die Baugrube zog. Dieser Spalt war mit Lette und Gerölle ausgefüllt. Um auf den festen Fels zu gelangen, wurde dieser engen Kluft nachgearbeitet, wobei eine schwierige Arbeit durch vermehrte Wasserhaltung entstand. Nachdem es fast den Anschein gehabt hatte, als ob der Spalt sich bis in unerreichbare Tiefe fortsetzen würde, gelang es, den Fels in der Höhe + 131 N.N., also 5 m unter der übrigen Bausohle zu finden.

Die Betonierung des Betonkerns begann in dem tiefen Schacht, und wurde in einem Zuge bis zur Ordinate + 136 N. N. hochgeführt. Nachdem genügende Erhärtung eingetreten war, wurde in der ganzen Länge der Baugrube eine Abgleichung der Felslage eingebracht. Diese bildete die Unterlage für die nunmehr querschnittmäßige Ausbetonierung des Kerns, welche in zwei Staffeln erfolgte. Die untere Staffel schnitt etwa mit der Ordinate + 141,5 ab, hatte also eine größte Höhe von 5,5 m, die zweite eine solche von 7,5 m. Die Holzeinschalung zwischen lotrechten Stielen, deren unverrückbare Stellung durch absteifende Verstrebungen gesichert wurde, geschah nach dem Halbmesser von 50 m kreisförmig, indem zwischen den 5 m entfernten Stützen durch die Schalbretter die Bogenform eingehalten wurde. Der Beton wurde in einer am linken Hange aufgebauten Betonmischanlage maschinenmäßig zubereitet und auf Feldbahngleisen am Betonkern entlang verfahren, wobei die Gleise außerhalb der Baugrube lagen. So lange sich die Arbeitshöhe unterhalb des Geländes befand, war das Gleis auf den Rand der Baugrube verlegt. Später wurde es durch eine Auskragung der Verschalung getragen (Text-Abb. 3). An der Verwendungsstelle wurde der Beton zunächst auf eine Bretterbühne geschüttet und dann mittels einzelnen Wurfes in die Verschalung befördert, wobei die größte Wurfhöhe 3 bis 3,5 m betrug. Das Umkippen der ganzen Wagen in die Verschalung hinein war nicht angängig, weil bei der erheblichen Höhe eine Sonderung des Mörtels und der Steine eintrat. Der Beton wurde in wagerechten Lagen von rd. 20 cm verstampft. Ergab es sich durch die Ausführung als unvermeidlich, daß an einzelnen Stellen die wagerechten Lagen abgebrochen werden mußten, so geschah dies in Abtreppungen, die später soweit aufgehackt wurden, bis der obere an solchen Abstufungen oft poröse Beton beseitigt und eine geschlossene Lagerung erreicht war. Bei dem Wechsel der Einschalung der unteren und oberen Staffel hatte der untere Beton etwa vier Wochen gelegen. Um ein gutes Eingreifen der neuen Austampfung an die alte Lage zu erzielen, wurde die Oberfläche zunächst gehörig mit Wasser und Stahlbürsten gereinigt und dann mit vier Rillen versehen, welche der Bogenform des Kerns folgten. Überdies ist ein Aufrauhen mit Stahlbürsten vor Aufbringen der neuen Lage stets vorgenommen worden, wenn der Beton mehrere Tage gelegen hatte. Der Verputz des Kerns ist möglichst bald nach der jeweiligen Ausschalung der Brettervorkleidung angebracht. Am Fuß des Korns haftete er an einzelnen Stellen, die unter Feuchtigkeit zu leiden hatten, schlecht. Hier wurde der Verputz durch Einbringen einer Mischung, wie sie im übrigen zum Beton genommen wurde, aber ohne Schottersteine, ersetzt. Dieser Mörtel legte sich zwischen Betonkern und Fels.

Der Fortgang der Betonierung bedingte die Ausführung der Erdarbeiten. Alsbald nach Herstellung des unteren Teiles des Betonkerns war die Baugrube bis zur Geländehöhe verfüllt und diese Schüttung als Unterlage für den weiteren Aufbau der Rüstung benutzt worden. Vor der Schüttung des Dammes wurde die obere Grasnarbe in 15 bis 20 cm Stärke entfernt und die Schüttfläche künstlich aufgerauht. Die Erdarbeiten konnten im großen jedoch erst nach vollständiger Fertigstellung des Kerns und seines Verputzes in Angriff genommen werden, nachdem inzwischen auch die Aufmauerung der Brunnen und der Ausbau der Kaskade in ihrem oberen Teile erfolgt war (Abb. 1 Bl. 34). Jedoch wurden dieselben auch dann noch durch das Sengbachgerinne, welches in einer Aussparung im Betonkern liegen geblieben war, behindert. Dieses Gerinne konnte zunächst nicht entfernt werden, da das 350 mm weite Entleerungsrohr nicht imstande gewesen wäre, ein etwaiges, größeres Hochwasser des Sengbaches abzuführen, so daß die Gefahr einer vorzeitigen Anstauung bestanden hätte. Die Beseitigung des Gerinnes erfolgte erst, nachdem im übrigen die Schüttung die Kronenhöhe erreicht hatte. Es wurde für diese Arbeit eine Zeit geringer Wasserführung des Sengbaches abgewartet, und das Wasser durch das Entleerungsrohr abgeleitet. Darauf geschah die Abmauerung der Öffnung im Betonkern und die Zufüllung des Schlitzes in der Schüttung in wenigen Tagen.

Bei Gewinnung des Schüttbodens zeigte sich, daß die Beschaffung so bedeutender Erdmassen, wie sie der Damm erforderte, im ganzen rd. 16 400 cbm, im Gebirge Schwierigkeit bereiten kann. Die Täler sind enge, und es steht an Boden nur jene Menge zur Verfügung, die als Verwitterungsprodukt des Gesteins von den Hängen abgeschwemmt und in den Talsohlen, Wiesen bildend, abgelagert ist. Dies ist im rheinischen Grauwacken- und Schiefergebirge Lehm und Lette. Der Lehm ist von großer Reinheit und sehr dichter Beschaffenheit. An den Hängen herauf wird die Ablagerung zu einem mit Steingeröll durchsetzten Lehmboden, der an sich zwar von guter Beschaffenheit ist; aber diese Hänge sind meist bewaldet, daher ist eine dicke Schicht von Wurzelwerk zu entfernen, bis man auf die zur Schüttung brauchbare Lage kommt. Diese ist dann nur von geringer Mächtigkeit etwa $^1/_2$ m, darunter wird dann der Boden steinig und ist für Dammschüttungen nicht mehr gut verwendbar. Dazu kommt, daß die Hänge für den Erdaushub schwer angreifbar sind und das Verlegen der Fördergleise Schwierigkeiten bereitet. Auf Massenentnahme kann von dorther nicht gerechnet werden. Auch in den Talsohlen tritt die Lehm- und Letteablagerung in der Regel nicht in großer Stärke auf. Im allgemeinen lag im Sengbachtale zunächst der Oberfläche eine braune Lehmlage von 60 bis 70 cm, darunter die blaue Lette (Ton) von gleicher Mächtigkeit. Dann stieß man auf steinigen Boden. Die blaue Lette der Talsohle, soweit diese in die Staufläche des Vorbeckens fiel, sollte unberührt bleiben, um eine dichte Unterbettung des Talbeckens zu wahren. So war innerhalb

des Beckens nur der Lehm verfügbar. Im übrigen wurde der Schüttboden aus den Tälern, oberhalb der Rieselwiesen, bei etwa 400 m Förderweite herangeholt. Der Bedarf für die untere, dem Hauptbecken zugelegene Dammschüttung wurde zum Teil aus den Wiesen dieses Beckens gedeckt.

Es war zu bemerken, daß sich Lehm mehr in trocknen, Ton mehr in feuchten Lagen vorfand. Wie erklärt sich diese Tatsache? Beide Erdarten haben als Verwitterungsprodukte dieselbe Entstehungsart. Sollte die geringere oder größere Feuchtigkeit, unter der sich die Ablagerung und Lagerung vollzieht, von Einfluß gewesen sein? Die Letto lag stets im Grundwasser, der Lehm über dem Wasserspiegel des Baches. Dieselbe Erscheinung zeigte sich auch bei den Einfluß der Witterung und Temperatur entzogen ist. — Anfang Mai 1901 waren sämtliche Arbeiten des Staudammes beendet. Der ungewöhnlich trockene Sommer 1901 ermöglichte die Stauung des Beckens nicht, da der natürliche Zufluß der Bäche in dieser Zeit für die Wasserversorgung der Stadt Solingen bereits benutzt wurde. Dies war für den Damm insofern sehr günstig, als derselbe nun hinreichende Zeit zum Lagern und Festwerden in sich fand. Als aber Mitte September stärkere Niederschläge eintraten, wurde mit der Füllung begonnen. Das Wasser zeigte anfangs eine grünliche Farbe, die sich jedoch später verlor. Am 7. Oktober 1901 lief die Kaskade zum ersten Male über. Das gefüllte Becken im Eisstand des Winters 1901/02 zeigt Text-Abb. 5.



Abb. 3. Ausführung des Betonkerns im Staudamm.

Erdarbeiten am Betriebskanal vom Wehr zum Kraftwerk. Dieser durchschnitt auf etwa 200 m eine Wiese, die zwar über dem Wupperwasserspiegel lag, aber infolge eines an der Wupper sich hinziehenden Rückens Vorflut nicht hatte und stets stark naß war. Auch hier war die blaue Letto vorhanden, während in der Nähe an höheren trockneren Stellen Lehm lagerte. Man möchte hieraus schließen, daß die Verwitterung der felsigen Hänge, welche mit dem Regenwasser in unendlich kleinen Teilchen herabrieselt, sich in trockner Lage als Lehm niederschlägt, während in der Grundwasserfeuchtigkeit eine Umsetzung in Lette stattfindet.

Die für die Dammkrone und die untere Böschung vorgesehene Abpflasterung wurde zunächst als Steinabdeckung aufgebracht, indem die Steine gleichmäßig über die ganze Fläche ausgebreitet wurden. Nachdem eine genügende Austrocknung des Dammes erfolgt war und angenommen werden konnte, daß die Setzungen beendet waren, wurde die Pflasterung ausgeführt, und zwar über dem Betonkern hinweg, so daß dieser ganz eingehüllt und dadurch dem unmittelbaren

VII. Die große Talsperre.

a) Beschreibung.

Das Sengbachtal besitzt an der Stelle, an welcher die große Sperrmauer errichtet ist, infolge beiderseitig scharf vorspringender Bergnasen eine besondere Enge. In der Sohle in Höhe, + 111 N.N., beträgt die Talbreite etwa 38 m, in der Kronenhöhe 160 m, senkrecht zur Talachse gemessen. Die Mauer (Abb. 1 bis 11 Bl. 31) hat eine Gesamthöhe von 43,0 m. Ihre Stärke an der Sohle beträgt 36,50 m, in der Krone, welche als Fahrweg ausgebildet ist, 4,45 m. Sie ist in Bogenform ausgeführt nach einem Halbmesser, welcher auf die luftseitige Kante in Kronenhöhe bezogen, 150 m mißt. Die Kronenlänge beträgt 178 m.

Der äußere Aufbau ist einfach gehalten, da der Bau als Zweckmäßigkeitsbau errichtet worden ist. In die große talwärtsgewendete Mauerfläche bringen Steinbänder einige Abwechslung. Die Bekrönung ist in Bogenform aufgelöst und an den Endfeldern durch Sechseckpfeiler abgeschlossen. Während in den Bändern, den Bogensteinen und dem sonstigen

hammerrecht bearbeiteten Steinwerk lediglich das an Ort und Stelle gewonnene Gestein Verwendung gefunden hat, ist in der Bekrönung und in den Werksteinpfeilern der Geländerbrüstung Basaltlava angewendet worden, da das etwas spröde Gestein des Lenneschiefers und der Grauwacke zu feinerer Gliederung sich nicht eignet.

Die Sperrmauer ist in der Sohle wie an den Hängen in festen Felsen eingelassen. Der Fels beginnt etwa 3 bis 4 m unter Talsohle in der durchschnittlichen Höhe von 108 N.N. Die Mauer greift noch 2 bis $2\frac{1}{2}$ m in die Felslage ein. Der Eingriff an den Hängen ist zum Teil wesentlich stärker, da hier schlechte Gesteinslagen von bedeutender Mächtigkeit beseitigt werden mußten (vgl. S. 336 unter c).

Die Sperrmauer ist in Bruchsteinmauerwerk in Traßmörtel ausgeführt. Der Mörtel besteht aus 1 Rtl. Fettkalk, $1\frac{1}{2}$ Rtl. Traßmehl und $1\frac{3}{4}$ Rtl. gewaschenem Rheinsand. In der Außenfläche an der Luftseite etwa auf 30 cm tief und in der Verblendungsmauer an der Wasserseite ist ein Mörtel verwendet worden, der zur Hälfte aus Zementmörtel (1 Zement, 2 Rheinsand) und zur Hälfte aus Traßmörtel in der oben angegebenen Mischung besteht. Die Hausteine der Bekrönung und die Wölbsteine der Bögen an der Luftseite sind in reinem Zementmörtel versetzt.

Im Innern der Mauer ist 1,5 m hinter der wasserseitigen Fläche eine Entwässerung angelegt, welche den Zweck hat, das etwa von der Wasserseite her bei dem vorhandenen hohen Druck trotz der Abdichtung in die Mauer eintretende Sickerwasser abzufangen und spannungslos nach den beiden Rohrstollen abzuführen. Diese Drainage, welche die ganze Mauerfläche überdeckt, besteht aus einem Netz von senkrechten Saugröhren von 50 mm Lichtweite, die in $2\frac{1}{2}$ m Abstand voneinander liegen und in Sammler von 100 mm Durchmesser münden. Diese Sammelrohre laufen in Sohlenhöhe in die Rohrstollen ein und liegen im Gefälle von 1:200. An den Hängen ist ihre Lage dem Abfall derselben angepaßt mit der Maßgabe, daß sie etwa 1 m von dem Fels ab bleiben. Die Saugdrains bestehen aus stumpf aneinander stoßenden porösen Tonrohren, die Sammelrohre aus glasierten Tonrohren mit Muffen.

An der Wasserseite ist die Mauerfläche mit einem Verputz versehen, der am Fuße der Mauer beginnt, wo er bis zu dem ansteigenden Fels hinübergreift. In dem unteren Teile bis Ord. + 128 N.N. liegt der Verputz an der Außenfläche geschützt durch die Erdanschüttung. In dem oberen freistehenden Teile der Mauer ist zu seinem Schutze gegen die Einwirkungen des Wassers und der Witterung eine Verblendmauer angebracht. Diese Verblendung greift in 0,90 und 0,60 m Stärke mit schwalbenschwanzförmiger Verzahnung in den Mauerkörper ein (Abb. 10 u. 11 Bl. 31). Ihre Lage wird außerdem durch eine geringe Abböschung der Mauer gesichert. Dort wo die Wasserentnahmeschächte stehen, legt sich der Verputz als trennende Schicht zwischen dem Mauerwerk der Schächte und dem der Talsperre und greift in die Abmauerungen der Rohrstollen hinein, so daß auf der gesamten wasserseitigen Mauerfläche eine ununterbrochene Abdichtung besteht. Dieser Verputz besteht aus zwei Lagen, die zusammen eine Mindeststärke von 25 mm haben. Die untere Lage ist Zementtraßputz, zusammengesetzt aus 1 Teil Zementmörtel (1 Zement, 2 Sand) und $\frac{1}{3}$ Teil Traßmörtel (1 Kalkbrei, $1\frac{1}{2}$ Traß, $1\frac{1}{2}$ Sand). In der Oberfläche ist dieser Putz durch einen feinen Zementmörtelüberzug (1:1) in etwa 5 mm Stärke glatt und dicht abgeglichen und zweimal mit Siderosthen gestrichen.

Eine besondere Sicherung hat der Mauerfuß an der Wasserseite erhalten (Abb. 8 Bl. 31). Hier ist über dem erwähnten Verputz, der über den Fels hinübergreift, eine Betonlage von durchschnittlich 50 cm zwischen der verputzten Mauer und dem aufsteigenden Fels eingestampft. Dieser Beton besteht aus 1 T. Zement, $\frac{1}{2}$ T. Kalkbrei, $\frac{1}{2}$ T. Traß, 4 T. Sand, 7 T. Kleinschlag. Darüber ist ein zweiter Verputz von gleicher Mischung eingebracht, der an den Verputz der Mauer anschließt.

Vor der Mauer befindet sich nach der Wasserseite eine Erdanschüttung, deren Spitze in der Mitte des Tales auf + 129 N.N. liegt, nach den beiden Hängen hin etwas ansteigt und sich dort annähernd bis zu der Höhe der Mauerkrone hinzieht. Der Zweck der Schüttung, die die Neigung 1:2 hat, ist ein doppelter. Einmal wird durch sie die statische Wirkung erreicht, daß die Drucklinie bei leerem Becken nach dem Mauerinnern, dem mittleren Drittel, hingedrängt wird. Dann dient die Schüttung zur weiteren Abdichtung der Mauer und, wie bemerkt, zum Schutz des Verputzes. Es kann angenommen werden, daß etwaige feine Risse oder Poren durch das sickernde Wasser mit diesen Lehmteilchen in einiger Zeit voll zugeschlemmt werden. An der Mauer ist in der mittleren Stärke von $1\frac{1}{2}$ m eine Schüttung aus reinem Lehm und Lette eingebracht und eingestampft. Es ist durchaus zu vermeiden, unmittelbar an dem Verputz steinhaltigen Boden zu verwenden, da beim Stampfen und bei den unvermeidlichen Sackungen eine Beschädigung des Putzes eintreten würde, wodurch die abdichtende Wirkung des letzteren stark beeinträchtigt werden müßte. Weiter ab von der Mauer ist zur Schüttung der lehm- und geröllhaltige Boden benutzt, wie er aus den oberen Lagen des Aushubes der Baugrube gewonnen wurde.

Zur Entlastung des Sammelbeckens ist am linken Talhange ein Überlauf mit anschließender Kaskade angelegt. Die Kronenlänge dieses Überlaufes beträgt 25 m und liegt in der Höhe des normalen Wasserstandes + 147 N.N. Sollte also, wie bei der statischen Untersuchung zur Vorsicht angenommen wurde, der Wasserspiegel bis zur Mauerkrone d. h. auf + 148 N.N. steigen, so würde über den Überlauf für $h = 1$ m Strahldicke und $b = 25$ m Überfalllänge bei



Abb. 4. Überlauf mit Eisbrechern.

$\frac{2}{3}\mu = 0{,}5$ und $\sqrt{2g} = 4{,}43$ eine sekundliche Wassermenge ablaufen können von

$$Q = \frac{2}{3}\mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{3}{2}} = 0{,}5 \cdot 25 \cdot 4{,}43 \cdot 1 \cdot = 55{,}4 \text{ cbm},$$

während für das Niederschlagsgebiet oberhalb der Talsperre von 11,8 qkm die größte sekundliche Abflußmenge 12 cbm kaum je betragen wird. Zum Schutze des Überlaufs gegen schwimmende Gegenstände (Eisschollen und Baumstämme), welche in den Überlauf gelangen und ihn verstopfen könnten, sind eiserne Eisbrecher und Schutzbalken aus I-Eisen in 2 m Abstand voneinander angebracht (Abb. 2 Bl. 31 und Text-Abb. 4). Die Kaskade hat 5 m Lichtweite bei einer Mindesthöhe der Seitenwände von 1,5 m. Der Raum ist durch Aussprengen des Felsens am Hange geschaffen worden. Der Abfall der Abtreppungen ist der natürlichen Gestaltung des Hanges möglichst angepaßt. Die Kaskade ist in der Sohle wie an den Seitenwänden mit Bruchsteinmauerwerk in Traßmörtel ausgemauert. Eine solche Verkleidung des Felsens zum Schutze gegen die Auswitterung erscheint in dem Schiefergebirge des Devons notwendig, um den Fels dem Einfluß der Witterung zu entziehen. Der Frost schadet hier um so mehr und wirkt zersetzend, weil der Fels durch das Überströmen wiederholt wasserdurchtränkt wird.

Die Mauerkrone ist als Fahrbahn für den öffentlichen Verkehr ausgebildet. Auf einer Betonlage von 20 cm Stärke befindet sich eine 3 cm dicke Lage Gußasphalt, welche das Eindringen des Tagewassers in die Mauer von oben her verhindern soll.

Durch die Mauer hindurch sind zwei Stollen geführt worden, welche die Rohrleitungen für die Entnahme des Wassers aus dem Talbecken aufnehmen. An der Wasserseite haben die Stollen in gemauerten Kanälen ihre Fortsetzung, welche bis zum Ende der Erdschüttung reichen und hier durch Flügeleinläufe ihren Abschluß finden. Diese Einläufe sind durch Gitter abgedeckt, welche aus 3 cm starken Gasrohren in lichten Entfernungen von 7 cm hergestellt sind. Während der rechte Stollen in gerader Linie durch die Erdschüttung und Mauer hindurch geführt ist, bedingte die Enge des Tales für den linken Durchgang einen Knick. An der Luftseite bilden den Zugang zu den Rohrstollen die der Mauer vorgebauten Schieberhäuser. Diese sind in Bruchsteinmauerwerk mit Traßmörtel hergestellt und in den Ansichtsflächen mit hammerrechten Steinen und Basaltlavasteinen verblendet. Die Eindeckung besteht aus Schwemmsteinkappen zwischen I-Trägern und darauf befestigten Schieferplatten. Diese Vorbauten müssen gut gelüftet sein, da die in den Stollen vorhandene Feuchtigkeit sonst starkes Einrosten der Eisenteile, Werfen der Türen und andere Übelstände mit sich bringt. Der doppelte Durchgang ist sowohl für die Zeit der Bauausführung zweckmäßig, wie er auch für den späteren Betrieb eine erhöhte Sicherheit bietet, falls an einem der Stollen oder seiner Rohre und Schieber eine Beschädigung eintreten sollte. Es ist für solchen Fall die doppelte Möglichkeit vorhanden, das Becken durch den einen oder anderen Stollen hindurch nach Einschaltung von Verbindungsrohren zwischen den beiden Schieberhäusern an der Luftseite in Betrieb zu erhalten oder zu entleeren, wenn sich die letztere Notwendigkeit nicht umgehen läßt. Vorsicht in dieser Hinsicht erscheint immerhin geboten, da die Vorrichtungen späterhin zum großen Teil unter Wasser kommen und bei irgend welchen Vorfällen wegen der bedeutenden Wassertiefe, hier 36 m, an die Wassereinläufe schwer heranzukommen ist. Während der Bauausführung aber ist es Aufgabe des einen Stollens, sobald die Mauer bis



Abb. 5. Das Vorbecken.

Talsohle hochgeführt ist, den Bachlauf aufzunehmen, während der andere Stollen den vielfach notwendigen Verkehr im Tale durch die Mauer für die Baustoffzufuhr aufrecht erhält. Überdies ist das wechselweise Umleiten des Baches durch diese Stollen für die Verlegung der Rohrleitungen und die Abmauerung der Stollen erforderlich.

Unmittelbar oberhalb der Mauer, sich in ihrem unteren Teile an diese lehnend, aber von derselben durch die Verputzschicht getrennt, stehen die Schächte auf gemeinsamem Fundament mit der Mauer. Diese getrennte Stellung ist insofern günstig, als die Bewegungen der Mauer infolge des Wasserdruckes und Wärmewechsels die Schächte nicht beeinflussen. Diese Einsteigeschächte, deren oberen Abschluß turmartige Aufbauten bilden, nehmen die wasserseitigen Rohrverschlüsse und Schiebergestänge auf; sie sind bis zur Mauerkrone hochgeführt, wo sie durch Brücken mit dieser verbunden sind. Sie gewähren den Zugang zu den Getrieben der Schieber, welche auf der Abdeckung der Schächte ihre Aufstellung erhalten haben. Im rechten Schacht befinden sich außer in der Sohle noch in den Höhen + 131 und 139,5 N.N. Rohreinlässe, um je nach dem Wasserstande im Talbecken Wasser in passender Tiefe für die Wasserversorgung entnehmen zu können. An den Schächten sind zwei Pegel aus Porzellanplatten angebracht. Der eine gibt die Stauhöhen des Beckens über Talsohle oder N.N., der andere den Stauinhalt für die jeweilige Füllhöhe an.

Die Rohrstollen innerhalb der Mauer sind mit großen plattenförmigen Wölbsteinen in Zementtraßmörtel kräftig gewölbt und dicht und glatt überputzt. Die unter der Erdschüttung liegenden Zulaufstollen, auf einer Betonunterlage und zum Teil auf Fels, zum Teil auf gewachsenem Boden gegründet, sind in Traßmörtel und lagerhaften Steinen in der Sohle wie an den Wandungen ausgeführt und im Gewölbe mit Ziegelmauerwerk geschlossen. Die Entnahmeschächte sind in dem unteren Teile, durch welchen die Rohrleitungen hindurch gehen, in Ziegelmauerwerk, von Ord. + 118 ab in Bruchsteinmauerwerk hochgeführt. Sie haben in den Außenflächen einen gleichen Zement-Traßputz erhalten wie die wasserseitige Mauerfläche.

Die Stollen sind innerhalb der Mauer an der Wasserseite in Ziegelsteinen und Zementtraßmörtel abgemauert. Diese Abmauerung besteht aus drei Ringen und verengt sich nach der Luftseite hin von allen Seiten trichterförmig, so daß die Mauerpfropfen durch den Wasserdruck wie ein Keil in das Mauerwerk der Talsperre hineingepreßt werden. Zwischen je zwei Ringen befindet sich eine Putzlage mit Siderosthenanstrich.

Die Mörtelmischung für das Ziegelmauerwerk der Einsteigeschächte und der Wölbung der Zulaufstollen ist: 1 T. Zement, $^1/_4$ T. Kalk, $^1/_2$ T. Traß, 4 T. Sand, für das Ziegelmauerwerk zur Abmauerung der Rohrstollen und zur Einmauerung der Rohre, $^3/_4$ Zementmörtel (1 Zement, 3 Sand) und $^1/_4$ Traßmörtel (1 Kalk, 1 $^1/_2$ Traß, 1 $^3/_4$ Sand). Beide Einzelmörtel wurden zunächst für sich hergestellt und dann gemengt. Die Abmauerung der Rohrstollen und die Einmauerung der eisernen Entnahmerohre ist eine Arbeit, die besondere Sorgfalt erfordert. Wenige Meter dieses Mauerwerks sollen dieselbe Festigkeit und Dichtigkeit aufweisen, welche im übrigen die Gesamtstärke der Mauer besitzt. Die Abmauerung erfolgt wie in Solingen, so überhaupt meist in Ziegelmauerwerk. In dem engen Raume des Stollens sind die Ziegelsteine handlicher als die groben Bruchsteine und lassen sich daher besser den Ecken und Formen anpassen. Geringe Wasseraufnahmefähigkeit der Ziegel und Beständigkeit unter Wasser ist notwendig. Das Mauern mit vollen Fugen ist hier, wenn je, am Platze. Es scheint für diesen Zweck vorteilhaft, den Mörtel feucht anzumachen. Der Beton im Fundament der Zulaufstollen hat die Mischung erhalten: 1 Zement, $^1/_2$ Kalkbrei, $^1/_2$ Traß, 4 Sand, 8 Kleinschlag.

Die durch die Mauer hindurchgehenden Rohre — zwei von 700 mm Lichtweite für Druckwasserentnahme und Leerlauf, eins von 350 mm l. W. für Trinkwasserableitung — sind, soweit sie innerhalb der Stollenabmauerung liegen, geschweißte, mit Dichtungsringen versehene Rohre, verzinkt und asphaltiert. Alle übrigen Rohre innerhalb der Mauer sind asphaltierte Flanschenrohre. In die Rohrleitungen sind in den Schächten wie unmittelbar hinter der Abmauerung Schieber eingefügt, so daß jeder Rohrdurchgang durch die Mauer durch doppelten Verschluß gesichert ist.

Die Schieber, welche in den Schächten an der Wasserseite liegen, sind als Zugschieber, die in den Stollen hinter der Abmauerung als Spindelschieber ausgebildet (Abb. 8 Bl. 31). Bei den ersteren erfolgt die Bedienung auf große Entfernung hin mittels Gestänge. Werden hierbei Anordnungen benutzt, bei denen die Spindel unten am Schieber sitzt, so wird beim Öffnen und Schließen das Gestänge auf Verdrehen beansprucht. Durch die Verdrehung wird nun einerseits das Gestänge in seiner Wirksamkeit insofern behindert, als beim Wechsel der Bewegungsrichtung infolge der großen Länge tote Gänge entstehen, bis die Spindel anzieht, anderseits müssen bei der Drehung weitere Widerstände überwunden werden. Das Gestänge läßt sich auch bei der besten Ausführung schwer genau nach einer mathematisch geraden Linie ausrichten. Da nun das Gestänge auf je 3 bis 5 m in festen Stützpunkten von Konsollagern geführt wird, so muß es bei der Rundbewegung in diesen kleinen Ungenauigkeiten ausgerichtet werden. Dies erfordert bedeutende Kraftäußerung. Es ist daher vorteilhaft, vor allem bei hohen Sperrmauern, das Gestänge nur in seiner Längsrichtung zu beanspruchen. Dies geschieht, wenn die Spindel an die obere Bedienungsbrücke verlegt wird. Dann ist das Gestänge für die Übertragung von Zug- und Druckkräften einzurichten.

Fernerhin erscheint es ratsam, den Schiebervorgelegen eine große Übersetzung zu geben, damit das Öffnen und Schließen durch einen Mann mit Sicherheit erfolgen kann. Es kommt hierbei im allgemeinen weniger darauf an, daß der Schieber schnell bewegt werden kann; die Zeit hierfür steht innerhalb gewisser Grenzen frei zur Verfügung, aber es ist von Wichtigkeit, daß die Bewegung eine leichte ist. Denn der Talsperrenwärter ist meist allein und bei der Abgelegenheit solcher Bauten hat er nicht gleich jemand zur Hilfe, wenn ihm Schwierigkeiten im Betriebe entgegentreten. Für die Berechnung der Vorgelege ist es von Wichtigkeit, die Widerstände richtig in Ansatz zu bringen. Für Wasserschieber rechnet man mit einer Reibungszahl $\mu = 0{,}1$. Hiernach für Talsperren berechnete Vorgelege haben sich in der Praxis nicht als genügend stark erwiesen. Man wird eine Reibung von $\mu = 0{,}31$ zugrunde legen müssen. Bei den

hieraus sich ergebenden bedeutenden Bewegungswiderständen ist es für große Durchflußöffnungen zweckmäßig, statt der Gleitschieber Schützenzüge auf Rollen anzuordnen.

Als Triebwerke sind bei allen Schiebern Schneckenvorgelege angeordnet, mit einer $13^1/_2$fachen Übersetzung für die 700 mm Schieber und 10fachen Übersetzung für die kleinen Schieber. Das Öffnen dauert hierbei 7 bis 9 und 4 bis 5 Minuten. Für die Wahl der Schneckenvorgelege sprach der Umstand, daß sie gegenüber den Zahnradvorgelegen weniger Platz einnehmen, was besonders am rechten Entnahmeschacht mit seinen fünf Schiebern ins Gewicht fiel. Für die Möglichkeit stets reichlicher Schmierung ist gesorgt und durch Einkapselung der Triebwerkteile äußeren Einflüssen begegnet. Die Kurbeln der Vorgelege sind abnehmbar und die Vierkante sämtlich von gleichen Abmessungen, so daß jede Kurbel überall paßt. Das ist für den Betrieb von Wichtigkeit.

Das Gestänge der Zugschieber besteht aus][-Eisen, welche durch zwischenliegende gußeiserne Rollen in Abständen von 5,0 m geführt werden. Diese Führung ist nur eine lose, und es ist damit eine gewisse Beweglichkeit nach allen Richtungen hin gesichert. Etwa sich zwischensetzende kleine Holzstückchen werden bei der Bewegung durchgewalzt. Die langen Gestänge sind außerdem durch Kugellager abgetragen. Um den Abstand zu wahren und die erforderliche Steifigkeit zu sichern, sind zwischen den]-Eisen auf je 1,70 m Entfernung Zwischenstücke angeordnet. Die Rollenführung ist verstellbar, so daß die lotrechte Lage der Führung jederzeit berichtigt werden kann. Die Vorgelege besitzen Selbsthemmung, besondere Hemmvorrichtungen sind darum nicht vorgesehen.

Die Schieber sind im Innern sämtlich mit abgesetztem Durchgang — Lindleys Bauweise — versehen. Diese Anordnung hat den Vorteil des besseren Schließens. Es ist keine Rille vorhanden, in welcher sich Schmutz ablagern kann, der einen dichten Abschluß verhindert. Irgendwelche Ablagerung wird hierbei im Augenblick des Schlusses, wo die Strömung im Rohre sehr heftig wird, hinweggespült. Die Zugschieber sind auf ihren Unterlagern verankert.

b) Die statische Berechnung der Sperrmauer.

Der normale Stau des Sammelbeckens liegt auf + 147 über N. N., das Gelände an der Absperrungsstelle an der tiefsten Stelle auf + 111 N. N. Obgleich bei den Schürfungen Felsen schon in einer Tiefe von i. M. 3,7 m unter Talsohle angetroffen wurde, war für die Berechnung doch zur Vorsicht angenommen worden, daß die Gründungssohle mit den Verzahnungen noch 2,3 m in den Felsen eingreifen müßte, d. h. daß die Gründungssohle an den tiefsten Punkten bis auf + 105 N. N. herunterzuführen sein würde. Diese Annahme erwies sich in der Ausführung als zutreffend, indem die mittlere Felssohle im Talgrunde auf 105,5, an einzelnen Stellen aber auf 105 N. N. liegt. Die größte der Berechnung zugrunde gelegte Mauerhöhe ergibt sich hiernach zu 148 — 105 = 43 m.

Für die Bestimmung des Mauerquerschnittes sind an der Solinger, wie an den übrigen rheinisch-westfälischen Talsperren folgende Grundsätze zur Anwendung gekommen:

1. Das Gewicht für das aus Bruchsteinen des Tonschiefer- und Grauwackengebirges und aus Traßmörtel hergestellten Mauerwerks ist zu 2300 kg/cbm angesetzt worden. Nach den Ermittlungen beim Bau der Solinger Talsperre ergab sich das Gewicht in einem Probemauerklotz zu mehr als 2400 kg.[1]) Man wird sich nicht verhehlen dürfen, daß die genaue Feststellung des Gewichtes des verwendeten Mauerwerks von nicht zu unterschätzender wirtschaftlicher Bedeutung ist. Denn ob 2300, wie in Solingen zur größeren Sicherheit geschah, oder 2400 kg in die statische Untersuchung übernommen werden, das gibt einen Ausschlag von rd. 4 vH. Es würde also bei dem größeren Gewicht mit 4 vH. weniger Masse dieselbe Gesamtlast, d. h. dieselbe Standsicherheit gegen Kippen erzielt werden. Bei dem für die Berechnung maßgebenden Rauminhalt der Solinger Talsperre von 65 500 cbm Mauerwerk betragen 4 vH. 2620 cbm. Das ergibt bei dem Preise von 15,5 ℳ für 1 cbm einen Geldbetrag von 40 600 ℳ. Eine vorherige sorgfältige Gewichtsermittlung verdient darum beim Entwurf einer Talsperre sicherlich Beachtung.

2. In der statischen Untersuchung für gefülltes Becken ist das Verblendmauerwerk an der Wasserseite in einer mittleren Dicke von 0,7 m unberücksichtigt geblieben. Diese Verblendung ist jedoch in Rechnung gesetzt bei der Untersuchung der Standfestigkeit für geleertes Becken.

3. Es wurde angenommen, daß der Überlauf aus irgend welchen Gründen nicht mehr in Wirksamkeit sei und daß daher der Wasserspiegel bis zur Mauerkrone steigen könne. Der Überlauf liegt in Wirklichkeit 1 m unter Mauerkrone, so daß im gewöhnlichen Verlaufe der Wasserdruck stets geringer als angenommen sein wird.

4. Der Erddruck der Hinterfüllung wurde, wie dies hinsichtlich des Wasserdrucks geschehen ist, bis auf den Felsen hinabreichend angenommen. Der Erddruck an der Luftseite von der Erdoberfläche bis auf den Felsen wurde dagegen nicht in Betracht gezogen. Der Boden der Hinterfüllung ist unter Wasser mit 800 kg/cbm Überlast und für einen Reibungswinkel von 20° von Erde auf Erde bei Ermittlung des Erddruckes in Rechnung gestellt worden. Der Reibungswinkel an der Mauer wurde gleich Null gesetzt.

5. Die Vergrößerung der Standsicherheit, welche die Mauer durch ihre nach einem Kreisbogen gewölbte Grundrißform und durch die gewölbartige Verspannung gegen die Talhänge erhält, ist nicht berücksichtigt worden. Nach eingehenden theoretischen Untersuchungen ist bei den großen Krümmungshalbmessern, welche unsere Talsperren meist erhalten, die im Grundriß gekrümmte Form von verschwindendem Einfluß auf die Standsicherheit der Mauern.[2]) Man wird eine Erklärung hierfür in folgendem suchen dürfen. Der in der Ebene des Querschnittes wirkende Wasserdruck trifft auf eine so reichlich bemessene Mauermasse, daß nur eine geringe Materialbeanspruchung eintritt. Diese Beanspruchung müßte erst eine weit größere, die Zusammendrückung des Materials und der gekrümmten Mauer eine stärkere werden, ehe die Bogenwirkung sich überhaupt entwickeln könnte. Unsere Talsperren sind mit den großen Querschnitten als Stützmauern konstruiert und wirken eben auch als solche. Einige amerikanische Talsperren jedoch haben so geringe Querschnittsabmessungen, daß eine Inanspruchnahme als Stützmauer zur Überlastung des Materials

1) Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1901 S. 625.
2) Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1899 S. 301.

und zur Zerstörung führen müßte. Hier ist und kann nur der Bogen der tragende Teil sein, wie die Berechnung und die Erfahrung unzweideutig dartun (vgl. auch Absch. VI). Diese beiden Grenzkonstruktionen zeigen, wie sich bei Sperrmauern, die im Grundriß gekrümmt sind, Stützmauer- und Bogenwirkung ergänzen. Es müßte sich im gegebenen Falle ein Querschnitt bilden lassen, in dem beide Widerstandsvermögen in gleichem Maße zur Geltung kommen.

Unter diesen Annahmen wurde die Untersuchung graphisch und analytisch durchgeführt. Für die zeichnerische Berechnung wurde das Mauerwerk in wagerechte Schichten von je 5,0 m Höhe eingeteilt und die Zusammensetzung der wirkenden Kräfte des Mauerwerks, des Wasser- und Erddrucks in der für die Untersuchung von Stützmauern üblichen Weise für gefülltes und für leeres Becken vorgenommen. Die Aufzeichnung des Kräfte- und Seilpolygons zeigte, daß die Stützlinie in beiden Fällen innerhalb des mittleren Drittels, des Kerns, verblieb (Abb. 7 bis 9 Bl. 30).

Für die Querschnittsbemessung der Talsperren von mittlerer Höhe ist nicht sowohl die Beanspruchung des Materials als die Forderung maßgebend, daß die Drucklinien in allen Fällen im Kern verbleiben, also äußerstenfalls an dessen Grenzen herantreten dürfen, damit Zugspannungen unter allen Umständen vermieden werden. Solche können besonders an der Wasserseite gefährlich werden, wo ein etwaiges Öffnen der Lagerfugen den Eintritt des Wassers und die Entwicklung des inneren Auftriebes in der Mauer zur Folge haben würde. Man geht hierin bisweilen wohl noch einen Schritt weiter und verlangt, daß an der Wasserseite bei der ungünstigsten Beanspruchung des gefüllten Beckens noch ein Überschuß an Druck vorhanden bleibt. Bei hohen Sperrmauern, welche eine große Belastung des Untergrundes schon durch ihr Eigengewicht verursachen, bedingt die **zulässige Kantenpressung**, die bei gutem Gestein und Mörtel und festem Felsuntergrunde auf höchstens 10 bis 12 kg/qcm bemessen wird, die Verlegung der Drucklinie nach dem Kern und zwar entsprechend der Zunahme der Höhe mehr und mehr nach der Mitte der Mauerbreite. Daraus erklärt sich auch, daß bei sonst gleichen Rechnungsannahmen das Verhältnis von unterer Breite zur Höhe, welches bei Mauern bis etwa 25 m 0,66 bis 0,70 : 1 beträgt, mit wachsender Mauerhöhe zunimmt und bei etwa 60 m Höhe annähernd 1 : 1 wird.

Zur Vergleichsprüfung des zeichnerischen Rechnungsverfahrens wurden für alle wagerechten Fugen in Höhenabständen von je 1,0 m die größte und kleinste Kantenpressung, sowie die Entfernung des Stützpunktes von der Kante des Kerns durch Aufstellung der Momentengleichungen, bezogen auf den Mittelpunkt jeder Fuge, berechnet. Diese Untersuchung erwies ebenfalls, daß die Stützlinie innerhalb des Kerns des Mauerquerschnitts verblieb und daß die größte Kantenpressung an der Wasserseite in der untersten Fuge mit 7,23 kg/qcm und bei leerem Becken die größte Beanspruchung an der Luftseite in Höhe der Ordinate + 112 mit 8,04 kg/qcm entstand. In Abb. 10 Bl. 30 ist die Größe der Kantenpressungen für die ganze Mauerhöhe zeichnerisch aufgetragen. Diese Darstellung läßt den Verlauf der wechselnden Beanspruchung erkennen. Wenn somit nach dem gewöhnlichen Rechnungsverfahren die volle Standsicherheit der Mauer vorhanden war und die größten Beanspruchungen innerhalb der üblichen und zulässigen Grenzen für Bruchsteinmauerwerk und Fels verblieben, so zeigte eine weitere Prüfung, daß bei Rechnung unter Annahme **offener Lagerfugen** sich eine größere als die obige Materialbeanspruchung ergab. Es trat hiernach eine größte Pressung von 13,7 kg/qcm ein. Der Mauerquerschnitt wurde infolgedessen so weit verstärkt, daß sich in der am meisten beanspruchten Lagerfuge + 123 N. N. ein Druck von 10 kg/qcm ergab.

Die in Abb. 10 Bl. 30 eingetragenen Querschnittslinien zeigen die luftseitige Begrenzung der Mauer mit und ohne Berücksichtigung des inneren Auftriebes sowie den zur Ausführung gelangten Mauerquerschnitt. Dieser Querschnitt leistet in der gefährlichen Fuge der Bedingung der offnen Lagerfugen Genüge und vermeidet anderseits im oberen Teile die scharfe Einklinkung. Ein scharfer Wechsel im Querschnitt einer Mauer wird immer ungünstig wirken. Man kann zwar einwenden, daß theoretisch die Mauerstärke an der Krone gleich Null sein kann und daß somit in den obersten Lagen eine bei weitem zu starke Materialanhäufung vorhanden ist, die eine sehr geringfügige Beanspruchung zur Folge hat. Man würde nach dieser Anschauung erst von einer gewissen Grenze ab dem wachsenden Drucke einen zunehmenden Materialquerschnitt entgegensetzen. Das führt dann zu einem plötzlichen Querschnittswechsel. Wie groß nun auch die wirkenden Kräfte sind, ob sie dem Widerstandsvermögen des Baustoffes nach den üblichen Annahmen angepaßt sind oder ob sie weit dahinter zurückbleiben, stets wird eine scharfe Änderung im Querschnitt einen entsprechenden plötzlichen Wechsel in der Materialbeanspruchung zur Folge haben. Es ist klar, daß dies ungleiches Zusammenpressen und infolgedessen ungleiche Längenänderungen des gedrückten Materials herbeiführen muß, wodurch leicht Risse eintreten können. Man wird also gut tun, der nach unten hin **stetig** zunehmenden Belastung durch einen **stetig** größer werdenden Querschnitt zu begegnen.

e) Die Erd- und Felsarbeiten in der Baugrube.

Die gesamten Abräumungs- und Felsarbeiten erfolgten in einem Zuge hinauf bis zur zukünftigen Mauerkrone vor Aufnahme der Mauerarbeiten. Bedeutsam ist hierbei der Vorteil, daß man mit den Sprengungen in der Baugrube fertig wird, bevor das erste Mauerwerk angesetzt ist, so daß der spätere Mauerbetrieb hierdurch nicht gestört wird und Verschmutzungen der Maueroberfläche durch herabfallendes Erdreich und Gestein nicht vorkommen können. Überdies erfordern nachträgliche Sprengungen im Bereich der Baustelle, wenn die Mauer bereits ein Stück hochgeführt ist, große Vorsicht, weil die Gefahr vorliegt, daß das noch frische Mauerwerk durch die Erschütterungen des Gebirges Schaden nimmt.

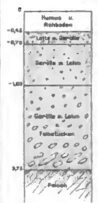


Abb. 6. Schürfloch Nr. II. (vgl. Abb. 7 Bl. 31.)

Die Untergrundverhältnisse gestalteten sich im allgemeinen so, wie die Probeschürfungen ergeben hatten, welche an der Talsohle unterhalb der Mauer vor Inangriffnahme des Baues ausgeführt waren (Text-Abb. 6). Der obere Fels war lose und verwittert und mußte in 2 bis $2^1/_2$ m Tiefe abgeräumt

oder abgesprengt werden. Dann fing das gute Gestein an, aus kernigem Tonschiefer bestehend, stellenweise mit Quarz durchsetzt und dann meist von kristallinischem Gefüge (Grauwacke). Anderseits fanden sich aber auch Stellen, an denen ein wesentlich tieferer Eingriff als vorangegeben in den Fels notwendig wurde. In einer Ecke am rechten Hange sprang der Fels weit zurück und lag unter einer bis 7 m mächtigen Lehm- und Geröllschicht; am Grunde des linken Berghanges fand sich ebenfalls ein loser, weicher und stark verwitterter Fels bis 9 m Mächtigkeit, welcher abgeräumt werden mußte. Diese Mehrarbeit war unumgänglich erforderlich, um für die Talsperre eine feste Gründungssohle zu gewährleisten und um zu erreichen, daß das Mauerwerk überall an gesunden, tragfähigen und dicht geschlossenen Fels Anschluß erhielt. Der gesamte Felsausbruch wurde hiernach wesentlich größer, als vorausberechnet.

meiden. Der Wasserzulauf zur Baugrube war im allgemeinen gering und eine für die Wasserhaltung aufgestellte Lokomobile mit Kreiselpumpe hatte nur wenig Arbeit. Soweit der Fels mit Hacke und Brechstange zu beseitigen war, geschah dies. Wo aber ein an sich noch nicht genügend fester oder eine schlechte Schicht überlagernder Fels der Entfernung durch diese Werkzeuge Schwierigkeiten entgegenstellte, wurde er durch Sprengen gelöst. Das Bohren der Sprenglöcher geschah hierbei von Hand durch je zwei Leute. Als Sprengstoff diente Pulver, das in Kugelform, lose geladen, im Bohrloch abgedämmt und durch Zündschnur zur Explosion gebracht wurde. Die für die Sprengung in der Sohle der eigentlichen Fundamentgrube herzustellenden Bohrlöcher füllten sich nun während ihrer Herstellung meist mit Wasser, so daß das Pulver feucht wurde und schlecht oder gar nicht zündete. Auch haftete die Verdämmung der



Abb. 7. Gründungsarbeiten der großen Talsperre.

Dieses Vorkommnis sowie der an der kleinen Talsperre geschilderte Vorfall ergibt die gleiche Erfahrung, welche auch an anderen Orten gemacht worden ist: daß es schwierig ist, den Umfang der Gründungsarbeiten einer Talsperre mit Sicherheit — auch bei sorgfältigsten Schürfungen — im voraus zu erkennen. Daraus folgt weiter, daß sich die Baukosten vorher nicht immer klar feststellen lassen und daß man mit ungünstigen Zufällen rechnen muß, da das Erfordernis der unbedingt sorgfältigen Gründung und Ausführung das erste Gebot für den Bau ist, so daß also nach dieser Richtung keineswegs gespart werden darf. Falls aus diesem Anlaß erhöhte Kosten für die Gründung eintreten, so liegen sie in der Natur der Dinge und können nicht dem Entwurf zur Last gelegt werden.

Der Bach wurde über die Baugrube, welche eine Tiefe von rd. $6^1/_2$ bis 7,0 m erreichte, in einem Holzgerinne übergeleitet. Das Gerinne, von einer Anzahl Mittelstützen getragen, hatte bei 40 m Länge 1,4 qm Durchflußquerschnitt und trug gleichzeitig die Gleise der Förderbahn, welche über die Baugrube hinweg nach den unterhalb gelegenen Baustellen Fortsetzung fand. Es erscheint zweckmäßig, die Überführung des Baches möglichst in einer freitragenden Konstruktion zu bewerkstelligen, um Störungen des Mauerbetriebes durch die die Baugrube verengenden Einzelstützen zu ver-

Bohrlöcher an den feuchten Wandungen nicht, so daß der Schuß wirkungslos auspuffte, selbst wenn eine Zündung erfolgte. An solchen Stellen wurde Dynamit zum Sprengen verwandt, wobei das gelockerte Gestein, soweit die bei der Sprengung etwa entstandenen Risse sich nach unten hin fortsetzten, durch Stange und Hacke entfernt werden mußte. Das Hinausschaffen der Geröll- und Bodenmassen aus der Baugrube im Tale geschah mittels eines Bremsberges, auf welchem die beladenen Wagen von einer Dampfwinde hochgezogen wurden. An den Hängen wurde der Abraum staffelweise seitwärts auf wagerechter Bahn in die Ablagerung gefördert.

Unter der Baugrubensohle wurde ein Probeschacht von 2:2 m Grundfläche bis 4 m abgeteuft, um die tieferen Gesteinsverhältnisse festzustellen. Diese zur größeren Vorsicht geführte Untersuchung zeigte, daß hier, wie in der übrigen Baugrube, ein fester Fels aus quarzhaltigem Tonschiefer von fester und gesunder Beschaffenheit anstand. Die Richtung und Lage der Felsbänke zeigte innerhalb der Baugrube einen großen Wechsel (Text-Abb. 7). Während der linke Hang und die Sohle eine gewisse Regelmäßigkeit der Schichten hatte, war der Fels des rechten Hanges stark verworfen. Die Bänke lagen wie kugelförmige Schalen jäh nach allen Richtungen durcheinander, und man bekam die Anschauung, als ob hier ein Zusammen-

drängen und Stauen noch weicher, aber in der Erhärtung begriffener Massen durch starken Druck stattgefunden haben mußte. Ein elastischer, geschmeidiger Stoff mußte es gewesen sein, denn ein spröder Körper würde allen den Wellenlinien und geschwungenen Formen nicht haben folgen können. Oder bietet für diese Erscheinung jene neuere Theorie eine Erklärung, wonach feste und spröde Gesteine unter großem Druck sich wie plastisches Material verhalten, indem die mikroskopisch kleinen Bruchteilchen durch allseitig wirkende Pressung, die größer ist als die Festigkeit des Gesteins, ihre Kohäsion beibehalten, so daß das Gestein auch nach später eintretender Entlastung ein geschlossenes Ganzes bleibt?

In den tieferen Teilen der Baugrube konnte man genau verfolgen, wie die auf dem einen Hange vorhandenen Schichten sich auf dem gegenüberliegenden Talhange fortsetzten; die Mitte der Lagen war durch Auswaschung hinweggespült.

In der Talsohle selbst hatte das Gestein im allgemeinen Richtung und Einfall der Schichten, wie in Text-Abb. 8 dargestellt. Für die Hinderung von Sickerungen unterhalb der Gründungssohle ist der Einfall der Schichten senkrecht zur Achse der Talsohle günstig. In geschichtetem Gestein geben die Fugen der einzelnen Lagen leicht zur Bildung von Wasseradern Anlaß, besonders bei dem hohen Druck eines gefüllten Beckens. Darum kann ein Schichteneinfall parallel zur Talachse gefährlich sein für die Dichtigkeit des Untergrundes, während ein solcher, wie dargestellt, jeder Verbindung von der Wasser- nach der Luftseite entgegensteht. Weniger günstig ist der vorhandene Schichteneinfall hinsichtlich der Druckaufnahme. Hierfür ist eine Lagerung derart, daß die Mittelkraft die Felsschichten in das Lager drückt, d. h. daß der Schichteneinfall gegen das Becken hin gerichtet ist, wie punktiert angedeutet, wünschenswerter. Allein auch eine Beanspruchung gegen den Kopf der Schichten kann zu Bedenken keinen Grund bieten. Die Felsmasse sitzt festeingekeilt und ein Ausweichen ist unmöglich. Die Beanspruchungen sind ungemein gering gegenüber der Tragfähigkeit des Felsuntergrundes, sofern ein gesundes Gestein vorhanden ist. Und überdies ist das rheinisch-westfälische Schiefergebirge überall so stark von Verwerfungen durchzogen, daß es kaum gelingen dürfte, eine Baugrube für eine Sperrmauer ausfindig zu machen, die in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßige Richtung der Schichten zeigt. Man muß sich hier mit vorhandenen Zuständen abfinden, zumal durch die Erfahrung erwiesen ist, daß Talsperren mit den verschiedenartigsten Verwerfungen in den Gründungssohlen durchaus standsicher und dicht errichtet werden können.

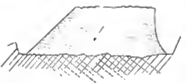


Abb. 8. Schichteneinfall in der Gründungssohle der großen Talsperre.

Die Baugrubensohle zeigte in der Abflußrichtung des Tales eine kleine Ansteigung von etwa 40 cm. Nach der Luftseite hin traten an den Hängen die guten Felsbänke bis auf etwa 30 m zusammen, während sie nach der Wasserseite auf 62 m auseinander gingen, so daß in der Druckrichtung der Wasserlast die Felswände die regelrechte Gestaltung des Widerlagers einer Bogenbrücke besaßen. Diese günstige Gestaltung setzte sich bis oben hin fort. Der Fels war überall geschlossen und Erdklüfte zwischen den einzelnen Schichten und Bänken waren nicht vorhanden. Die Oberfläche hatte, wie für einen guten Eingriff des Mauerwerks allerdings erforderlich, eine natürliche Aufrauhung.

d) Reinigung, Ausgießen und Betonieren der Felssohle. Quellenfassung.

Vor Beginn der Mauerung wurden Fugen, kleine Spalten und Klüfte, soweit sie loses Material enthielten, mit Hacke oder mit Spatel von Hand ausgekratzt und mit einem Wasserdruck von etwa $4^1/_2$ Atmosphären gründlich ausgespritzt und ausgewaschen. In der ganzen Ausdehnung der Baugrube wurden dann die natürlichen Risse des Gesteins mit Zementmörtel aus 1 Zement, 2 Sand und $^1/_2$ Traß ausgegossen. Dies geschah in der Weise, daß der dünnflüssig angemachte Mörtel über die Felsoberfläche gleichmäßig ausgegossen wurde. Unebenheiten und Vertiefungen der Bausohle, welche wegen ihrer Unregelmäßigkeit ein gutes Ansetzen des Mauerwerkes nicht erwarten ließen, wurden ausbetoniert und zu Auszackungen dort ergänzt, wo solche Verzahnungen im Fels von Natur nicht vorhanden waren (Text-Abb. 7). Im übrigen wurde die Verwendung von Beton auf das notwendigste eingeschränkt. Der Beton, welcher im Trocknen eingebracht und eingestampft werden konnte, bestand aus 1 Zement, 3 Sand, $^1/_2$ Traß und 6 Kleinschlag. Um poröse Stellen in der Oberfläche, wie sie bei der Unregelmäßigkeit der Zacken unvermeidlich waren, auszufüllen, wurde der Beton sogleich nach dem Hartwerden mit dem vorerwähnten Zementguß überzogen und dann wiederholt angefeuchtet, bevor die Mauerung begann.

Bei der Reinigung der Baugrube zeigten sich einige Stellen in der Sohle, an denen Wasser aus dem Felsen rieselte. Diese Quellen wurden in dem Teile der Mauer, der nach dem Staubecken liegt, durch Tonrohre abgefangen, die bis zur Höhe der Rohrstollen hochreichen und in diese einmünden. Solche Quellen werden, selbst wenn sie bei gefülltem Becken Verbindung mit dem dann vorhandenen Wasserdruck erhalten, auf diese Weise unschädlich abgeleitet. In dem nach der Luftseite gelegenen Teil der Mauer wurden die anfänglich hochgenommenen Quellen zugemauert oder die Rohre mit Zementmörtel ausgegossen und verstopft. Dies geschah in der Erwägung, daß dort ein Auftrieb, hervorgerufen durch die Quellen, für die Standfestigkeit der Mauer günstig wirken muß. Wenn man den Mittelpunkt der Mauerbreite als Drehpunkt ansieht, so arbeitet dieser Auftrieb dem Druck des Wassers im Becken entgegen. Für die Abfangung der Quellen wurde in dem hochgeführten Mauerwerk zunächst mittels Abtreppung eine Aussparung gelassen, deren Wände mit Zementverstrich noch besonders abgedichtet wurden. In diesem Raum innerhalb des Mauerwerks sammelte sich das Quellwasser langsam an. Nach genügender Erhärtung des Mauerwerks wurde das Wasser entfernt, ein glasiertes Tonrohr von 10 cm l. W. senkrecht eingesetzt und nunmehr der Raum um das Rohr mit einem fetten Beton ausgefüllt. Es gelang auf diese Weise den Fuß des Rohres abzudichten und das Quellwasser stieg innerhalb des Rohres hoch.

An den Hängen zeigten sich einzelne feuchte Stellen, die besonders in regenreicher Zeit sichtbar waren. Es war anzunehmen, daß dieses der Auslauf von angeschnittenen Wasseradern im Fels war und daß die Rieselungen bei

gefülltem Becken mit dem Wasserstand dortselbst Verbindung erhalten würden. Hier mußte also ein Eintritt des Wassers in das Mauerwerk der Talsperre von der Seite her, wo eine besondere Abdichtung nicht vorhanden war, stattfinden. Um den Zutritt abzuschneiden, wurden solche feuchten Stellen an den Hängen mit einem abdichtenden Verputz, gleich wie das Mauerwerk an der Wasserseite, versehen, der bis über den umgebenden dichten und trocknen Fels hinüber reichte.

e) Die Förderung der Baustoffe zur und auf der Baustelle.

Das Kennzeichen der meisten Einrichtungen für die Zufuhr der Baustoffe nach der Sperrmauer und zur Mauerung ist die stete Veränderlichkeit. Mit dem Hochwachsen der Mauer müssen oft Gleishebungen und -Verlegungen erfolgen, die jedesmal nicht unbedeutende Nebenarbeiten erfordern. Diese Nebenarbeiten — Erdbewegungen, um Gleisunterlagen zu schaffen, Abänderungen an Gerüstbauten und Bremsbergen, Verschieben des Gleisunterbaues auf der Mauer u. a. m. — müssen stets in kürzester Zeit, über Sonntag oder über Nacht erfolgen, um den Baubetrieb nicht zu stören. Außer diesen kleinen Hilfsarbeiten werden in gewissen Zeitabschnitten größere Änderungen des Arbeitsplanes erforderlich, bedingt durch die Lage der Steinbrüche in ihrem Höhenverhältnis zur jeweiligen Maueroberfläche, Aufgabe alter und Inbetriebnahme neuer Brüche und durch mancherlei sonstige Zufälligkeiten, die sich nicht immer vorher einschätzen lassen, aber bei jeder größeren Talsperrenbauausführung vorkommen. Dieses fortlaufende Manövrieren und Anpassen an den Mauerfortschritt bei an sich beschränkten örtlichen Verhältnissen stellt eine nicht zu unterschätzende Arbeitsleistung dar, die in den Gesamtausführungskosten eine erhebliche Rolle spielt und Gewicht genug besitzt um bei der Ermittlung der Ausführungspreise Beachtung zu finden. Es ist hier schnelle Bereitschaft und umsichtiges Handeln erforderlich, denn, wenn irgendwo, so kann hier durch unüberlegte Anordnungen viel Geld umsonst ausgegeben werden.

Jede Baustelle wird entsprechend ihren örtlichen Eigentümlichkeiten besondere Einrichtungen erfordern. Immerhin lassen sich einige allgemeine Gesichtspunkte angeben, die als leitende gelten müssen. Wo zwar die natürlich gegebenen Verhältnisse ihre Außerachtlassung bedingen, da steht man vor einer unabänderlichen Tatsache; anders aber wo die Entscheidung freie Hand hat.

Ein oberster Grundsatz ist es, die Förderung der Baustoffe möglichst im natürlichen Gefälle erfolgen zu lassen, wodurch die bewegende Kraft der Schwere zur Ausnutzung gelangt. Dies gilt zuvörderst für die Zufuhr der Rohstoffe von der nächsten Umschlagstelle (Bahnhof), wobei meist die Herrichtung einer mit Maschinen betriebenen Schmalspurbahn zweckmäßig ist. Diese Bahn muß möglichst über Mauerkronenhöhe die Baustelle erreichen. Es hat sich bei mehreren Bauausführungen am oberen Ende des Niederschlagsgebietes ein Bahnanschluß sehr gut derart ausfindig machen lassen, daß man von dort aus im Gefälle zur Mauer gelangen konnte, mit der Bahnlinie einige Meter über dem zukünftigen Stauspiegel verbleibend. Bedingen hingegen die örtlichen Verhältnisse die Zufuhr vom unteren Tale her, so erfahren die Baustoffe eine verlorene Hebung, sei es daß diese auf steigender Bahn, in Hebetürmen oder mittels Seilbahn vom Fuße der Mauer aus erfolgt. In welcher Weise diese Aufgabe in Solingen gelöst wurde, ist im Abschnitt IV erörtert.

Mit der Höhenlage des Mörtelwerkes wird man gut tun, sich ebenfalls der obigen Forderung anzupassen und dasselbe an einem der beiderseitigen Berghänge über Mauerhöhe her-



Abb. 9. Das Fördergerüst an der großen Talsperre.

zurichten, um mittels Bremsberges oder Schütttrinne den Mörtel in die Baugrube hinabzulassen. Annähernd diese Höhenlage hatte die Mörtelanlage mit den Kalkgruben bei der Bauausführung im Sengbachtale (Abb. 5 Bl. 30). Aus den Mischtrommeln fiel der Mörtelbrei in die darunter stehenden Muldenkipper und wurde zum Einwurf nach einer aus Eisenblech bestehenden Kastenrinne verfahren, in welcher der Mörtel in die tiefliegende Baugrube glitt. Diese Rinne, aus Stücken zusammengeschraubt und anfänglich etwa 40 m lang, konnte der hochwachsenden Mauer entsprechend verkürzt werden (Text-Abb. 7).

Weniger frei ist man in der Anordnung der Zufuhr der Steine, weil hier die Lage der Steinbrüche bedingend ist. Man wird zwar sein Augenmerk darauf richten müssen, die Steinbrüche in der Nähe der Mauer und über Kronenhöhe anzulegen, aber es ist natürlich eine glückliche Fügung, wenn hier brauchbares Gestein zu finden ist. Wenn dies der Fall ist, so ergibt sich die Förderung der Steine zur Mauer mittels Bremsberge in natürlichem Gefälle in einfachster und billigster Weise. Je nachdem nun die Brüche an oder weit ab von der Mauer, hoch oder an der Talsohle liegen, sind verschiedene Zufuhrarten möglich. Wenn die Brüche zwar entfernt, aber über Kronenhöhe liegen, so ist die Beförderung auf motorisch betriebener Bahn nach der Mauer und das Herablassen mittels Bremsberges naheliegend. Werden die Steine unter Kronenhöhe oder an der Talsohle gewonnen, so kann ebenfalls die Zufahrt zur Mauerkrone in Betracht kommen. Es ist dann aber auch nicht ausgeschlossen, die Steine an den Mauerfuß zu schaffen und sie hier in Hebetürmen mittels Dampfkraft oder elektrischer Kraft zu heben. Auch kann, wenn die Anfuhr der Steine in halber Höhe erfolgt, erst Bremsbergbetrieb, dann Aufzugbetrieb stattfinden. Alle diese Förderarten sind in Anwendung gekommen, haben gut gearbeitet, und es ist Sache der Überlegung im Einzelfalle unter Berücksichtigung der natürlichen zwingenden Verhältnisse, mit Rücksicht auf die Schaffung von Steinlagerplätzen u. a. zu prüfen, welche Art die vorteilhaftere ist. Die bei den amerikanischen Talsperrenausführungen sehr beliebte Förderung der Baustoffe mittels Seilbahnen ist bei deutschen Ausführungen noch nicht zur Anwendung gelangt. Ihre Erprobung möchte jedoch auch bei uns zu beherzigen sein.

Bei dem Solinger Bau ist in Anpassung an die Örtlichkeit die Steinzufuhr zur Mauer teils mittels Bremsberge, teils auf Hanggleisen oder in Hebetürmen geschehen (Abb. 5 Bl. 30 und Text-Abb. 9).

Auf der Mauer selbst gibt es mehrere Arten der Materialienbewegung: mittels Gerüst- und Krahnbaues, Seilzuges oder mittels Gleise, die auf der jeweiligen Maueroberfläche liegen. Bei allen rheinisch-westfälischen Talsperren, so auch im vorliegenden Falle, ist die letztere Förderart zur Anwendung gelangt und hat zu Bedenken Anlaß nicht gegeben. Die Gleise lagen mit Querschwellen unmittelbar auf dem Mauerwerk (Abb. 2 Bl. 33), wobei zur besseren Druckverteilung Längshölzer untergezogen waren, oder auf hölzernen Böcken in wechselnder Höhe bis 1,5 m über dem Mauerwerk. Die Gleisentwicklung mußte eine günstige Zufuhr nach allen Stellen der Maueroberfläche ermöglichen; sie wurde daher zu einem Netz in solcher Dichte ausgebildet, daß die Baustoffe von den Förderwagen nach den einzelnen Mauerstellen nur wenige Meter von Hand bewegt werden durften. Anderseits war es nicht zulässig, den Mauerbetrieb einzuengen. Die Breite der Mauer ist also bedingend für die Anzahl der in der Längsrichtung der Mauer zu verlegenden Hauptgleise. Bei einer anfänglichen Mauerbreite in der Gründungssohle von 36,5 m waren es drei Gleise, die in ihrem gegenseitigen Abstand entsprechend den Anforderungen des Mauerbetriebes ständig wechselten. Diese Hauptlängsgleise waren verbunden durch eine Anzahl von Quergleisen, in der Talachse gelegen, die den Zweck hatten, den Umlauf der Wagen zu gestatten. Die Förderwagen erreichten an den beiden Hängen die Mauer und bewegten sich auf dieser im Kreislauf, den die Quergleise nach Möglichkeit abkürzten. In dieser Weise entwickelte sich ein ruhiger Betrieb, obwohl in der Zeit der flottesten Mauerung täglich bis 400 cbm Steine und etwa 120 cbm Mörtel verfahren wurden. Mit abnehmender Mauerbreite wurde die Zahl der Längsgleise auf zwei beschränkt. Als mit wachsender Höhe die Mauerbreite mehr und mehr zusammenschmolz, wurde zunächst — in Höhe + 128 N.N. bei 14,3 m Breite — das eine Gleis und späterhin — in Höhe + 139,5 N.N. bei 6,5 m Breite — auch das zweite Gleis von der Mauer entfernt und auf das Gerüst an der Wasserseite verlegt (Abb. 2 Bl. 33 und Text-Abb. 9). Dieses Gerüst ist aus verschiedenen Gründen notwendig. Der Kreislauf der Förderwagen erfordert zwei Längsgleise. Es wird aber mit abnehmender Mauerbreite zur Unmöglichkeit, beide Gleise auf der Mauer selbst beizubehalten, wenn nicht die Güte der Ausführung und die Schnelligkeit des Baufortganges ungünstig beeinflußt werden sollen. Es zeigte sich nach Entfernen der einzelnen Gleise jedesmal eine Zunahme der Maurerleistung im einzelnen, sowie ein besserer Gesamtfortschritt; überdies gewann die Übersichtlichkeit der Arbeit und die Reinhaltung der Maueroberfläche von den unvermeidlichen Verschmutzungen des Mauerbetriebes war leichter zu erreichen. Zwar müssen die Baustoffe, wenn die Gleise auf dem Gerüst liegen, bis zur Luftseite von Hand weiter befördert werden, so daß eine gewisse Mehrarbeit entsteht; aber dieser Umstand wird durch die freiere Beweglichkeit der Maurer wieder ausgeglichen. Man ist geneigt, aus dem Grunde, weil nach oben hin die Mauer ständig länger wird und somit die Außenflächen, welche eine sorgfältigere Bearbeitung erfordern, sich ständig vergrößern, weil die Verzahnung der Verblendmauer hinzukommt und die Herstellung der Bekrönung mehr Zeit in Anspruch nimmt, zu meinen, daß der Baufortschritt in den oberen Teilen sich verlangsamen müßte. Das konnte bei der Solinger Talsperre nicht beobachtet werden. Im Gegenteil, es wurde das Anwachsen der Mauer nach oben hin ein schnelleres. Wenn hierauf einmal der abnehmenden Mauerfläche ein wesentlicher Einfluß zugesprochen werden muß, so hat doch auch zweifellos die rechtzeitige Entfernung der Fördergleise von der Mauer und die Schaffung eines freien, unbehinderten Arbeitsraumes große vorteilhafte Wirkung ausgeübt.

Wenn somit das Gerüst für die Zufuhr der Mauermaterialien im oberen Teile der Sperrmauer als unerläßlich gelten muß, so ist es in gleichem Maße unentbehrlich für die Herstellung des Verputzes an der Wasserseite, der Verblendmauer daselbst und der Entnahmeschächte — Arbeiten, die sich in anderer Weise als von solcher Rüstung nicht wohl bewerkstelligen lassen. Dies wird klar, wenn man sich den Ver-

gang eines regen Baubetriebes in dem oberen Mauerabschnitt vergegenwärtigt. Die Arbeit vollzieht sich dann in vier Staffeln: voran die Mauerung der Sperrmauer selbst; ihr auf 4 bis 6 m nachfolgend die Ausführung des Verputzes an der Wasserseite, hinter diesem Putz in 2 bis 4 m Abstand die Hochführung der Verblendmauer und meist als Schluß die Aufmauerung und der Verputz der Entnahmeschächte. Die Arbeiten erfolgen übereinander. Dieser Baubetrieb bringt zwar einige Gefahren mit sich, ist aber nicht zu umgehen, wenn nicht eine sehr erhebliche Verzögerung in der Fertigstellung der Sperrmauer eintreten soll. Es ist daher erhöhte Vorsicht geboten, um nicht durch herabfallende Steine und Geräte von den oberen Arbeitsplätzen die Maurer und Materialienfahrer unten zu gefährden. Eine sorgfältige Abdeckung der einzelnen Staffeln mit dichtschließenden Brettlagen ist unerläßlich. Wer eine solche Ausführung im vollen Gange durch Augenschein kennen gelernt hat, wird über die Zweckmäßigkeit eines sorgfältig eingerichteten Gerüstes an der Wasserseite für einen flotten Baubetrieb nicht im Zweifel sein.

Die Baustoffförderung nach den einzelnen Staffeln des Gerüstes erfolgt mittels Hebetürme oder in Hanggleisen, die dem Baufortschritte folgend gehoben werden. Auch ist das Ablassen von den oberen Fördergleisen der eigentlichen Mauerung mittels Seilzuges angebracht. Die Staffeln des Gerüstes dürfen nicht zu hoch und dem Arbeitsbereich eines stehenden Menschen angepaßt sein; eine Staffelhöhe von 2 m wird als zweckmäßig gelten können. Um an Gerüsthöhe zu sparen, ist es vorteilhaft, an der Wasserseite die Arbeiten — Mauerung der Schächte und Zulaufstollen — im Grunde frühzeitig fertig zu stellen und die Erdanschüttung, auf welcher das Gerüst errichtet wird, so hoch vorzutreiben, als es die Rücksicht auf die übrige Bauausführung irgend zuläßt. Seine bedeutende Höhe — in Solingen 30 m — und die starken Belastungen sowohl durch Eigengewicht, wie durch die Verkehrslast der Stein- und Mörtelwagen und die unvermeidlichen Steinablagerungen für die Mauerung sowie endlich die exzentrischen Druckwirkungen, hervorgerufen durch die Böschung des Talsperrenquerschnittes, welcher sich das Gerüst anschmiegen muß, erfordern, daß es nach statischen Grundsätzen genau konstruiert und aufgebaut ist. Dies wird allerdings dadurch erschwert, daß der Diagonalverband im Querschnitt jeweils in den einzelnen Feldern, welche die Fördergleise aufnehmen, unterbrochen wird, und durch den Umstand, daß das Holzwerk auf frischer Bodenaufschüttung aufgerichtet wird, infolgedessen Sackungen unvermeidlich sind. In der Längsrichtung stören die Schächte einen einheitlichen Zusammenhang. Äußere Verstrebungen müssen in beiden Fällen aushelfen und den inneren Verband ersetzen. Eine genaue Beobachtung des Gerüstes auf Verdrückungen während der Ausführung ist daher notwendig. (Schluß folgt.)

Der Bau des Hafens in Swakopmund.

Vom Wasserbauinspektor Ortloff in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 35 im Atlas.)

Von jeher hat die gesamte Küste unseres Schutzgebietes, weil rauh, wüst und unzugänglich, wenig Anziehendes für den Seefahrer gehabt. Daher sind auch der Nachrichten über frühere Landungen und Verkehr mit dem Hinterlande nur sehr wenige. Die Notwendigkeit, die Küste zu erforschen und nach geeigneten Landungsplätzen Umschau zu halten, stellte sich erst ein nach Besitzergreifung unserer Kolonie durch das Deutsche Reich. War früher die Erforschung und vereinzelte Besiedlung dieses Landes ausschließlich von Süden her, dem Kaplande aus, erfolgt und zwar von den Sendlingen der Rheinischen und Finnischen Mission, Händlern und Jägern, so mußten nun Landungsplätze an unserer Küste aufgesucht werden, um besonders die Truppensendungen nebst Munition und Verpflegung nicht durch fremdes Gebiet zu führen. Je mehr nun der Verkehr zunahm, desto notwendiger trat die Forderung auf, Wandel zu schaffen in den bestehenden gänzlich unzureichenden Landungsverhältnissen, bei denen nur unter den schwierigsten Umständen, bei steter Gefahr für Menschenleben und bei unverhältnismäßig hohen Geldaufwendungen die Beförderung von Personen und Gütern bewerkstelligt werden konnte.

Die südwestafrikanische Küste und ihre Landungsplätze.

Bevor auf die ausführlichere Beschreibung der Hafenanlage für Swakopmund näher eingegangen wird, sollen vorher noch die anderen für Deutsch-Südwestafrika in Betracht kommenden Landungsplätze einer näheren Betrachtung unterzogen werden. Die ganze Küste vom Kunene bis zum Oranje ist umsäumt von einem mehr oder minder breiten Dünengürtel, der nur eine Unterbrechung auf eine etwa 80 km lange Strecke nördlich des Swakop erfährt. Der Strand erhebt sich hier ziemlich steil ansteigend bis zu einer Höhe von rd. + 5 Swakopmunder Null, wo eine 20 bis 100 m breite Sandfläche sich anschließt. Auf ihr befinden sich reihenweise angeordnet, niedrige, nicht über 2 m hohe Sandhügel, die mit einer Fettblattpflanze durchsetzt und bedeckt sind. Hinter dieser Fläche erhebt sich das Gelände in kurzer Entfernung bis auf + 13 Sw. Null und bildet eine weite, vegetationslose Ebene, ein Ausläufer der Namibhochfläche. Verwitterter Granit, von rotem Feldspat gefärbt, bedeckt die Oberfläche, die häufig von Kalkstein und Basaltgängen unterbrochen ist. Vor dem Strande liegen fast überall Granitklippen, auf denen man bei Niedrigwasser bis auf 50 m weit trockenen Fußes vorgehen kann, während sie bei Hochwasser ganz bedeckt sind. Weiter außerhalb, rd. 200 m vom Strande entfernt und parallel dazu liegt noch eine Klippenreihe, die bei Niedrigwasser schwach sichtbar wird.

Rockbai. Ähnlich ist die Küstenbildung der 35 km nördlich gelegenen Rockbai, die seinerzeit der Hauptmann v. François als für eine Hafenanlage geeignet in Vorschlag gebracht hatte. Es zeigt sich hier eine geräumige, von hohen Basaltfindlingen umgebene Bucht, die durch eine vor-

gelagerte Untiefe indessen nur teilweise geschützt ist. Die beiden Einfahrten sind gerade gegen die Dünung gelegen und verstärken vermöge ihrer Trichtergestalt die Wellenbewegung nicht unerheblich, so daß selbst für kleine Schiffe die Einfahrt nicht gefahrlos ist. Infolge der von beiden Seiten eintretenden Dünung machen sich Interferenzerscheinungen der Wellen in der Bucht als kabblige See sehr unangenehm bemerkbar. Es ließe sich hier wohl durch Verbauen der einen und Vertiefung der anderen Einfahrt ein brauchbarer Hafen herstellen, jedoch würden sich die Kosten mindestens so hoch belaufen wie für eine Anlage in Swakopmund, und man hätte dann noch den gänzlichen Mangel an Trinkwasser und Futterplätzen in den Kauf zu nehmen.

Kreuz-Kap. Dasselbe gilt auch vom Kreuz-Kap, das sein Dasein als Landungsstelle nur der englischen Guanokompagnie verdankt. Das erforderliche Trinkwasser wird durch drei Destillierapparate beschafft, während Viehfutter usw., aus Mangel an jeglichem Pflanzenleben, zu Schiff

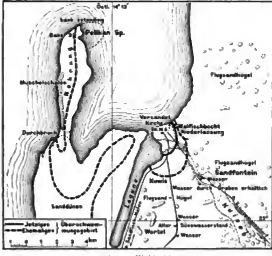


Abb. 1. Walfischbai.

herangebracht werden muß. Die Reede liegt vollkommen offen und wird auch nicht durch das ein wenig vorspringende Kreuz-Kap geschützt. Einen Vorteil vor Swakopmund hat auch dieser Platz nicht, im Gegenteil sind die Landungsverhältnisse hier derart schwierige, daß die Fracht nehmenden Segler häufig sechs Monate lang bis zur Abfertigung warten müssen. Kreuz-Kap liegt auf 21° 50' südlicher Breite und 13° 57' östlicher Länge.

Walfischbai. Günstiger liegen die Verhältnisse schon in der nur 23 km südlich von Swakopmund entfernten Walfischbai (Text-Abb. 1). Sie wird gebildet durch eine von Süden her vorgelagerte nehrungartige Halbinsel von ungefähr 8 km Länge, die nur 1 bis 3 m über NW. hervorragt. Auf ihrer nördlichen Spitze Pelican Point, befindet sich eine Ansegelungsbake, die auf 22° 53' 32" südlicher Breite und 14° 27' 3" östlicher Länge liegt. Das nach Norden hin offene Hafenbecken bildet zurzeit in dem der Zungenspitze nahe gelegenen Teile für Schiffe jeder Art einen vorzüglichen geschützten Ankerplatz. Die Entfernung von hier bis zu dem im Jahre 1898 erbauten hölzernen 210 m langen Pier, der mit Ladekrahn und Gleis versehen ist, beträgt 7 bis 8 km. Diese Strecke bei ruhiger See in den Landungsbooten zurückzulegen, ist zwar zeitraubend, jedoch nicht gefährlich; sobald jedoch nur ein einigermaßen starker Wind von SW. — der hier vorherrschenden Windrichtung, die täglich von mittags ab einsetzt — in die Bai weht, ist ein Ankämpfen gegen die durch den Wind gepeitschten Wellen unmöglich. Kurze, kaum 1 m hohe Wellen in rascher Aufeinanderfolge lassen die Landungsboote selbst bei guter Besatzung und stundenlanger Arbeit kaum vorwärts kommen. Es kann daher von der Walfischbai gesagt werden, daß sie zurzeit ein vorzüglicher Liegeplatz und bei gutem Wetter, wenn man die große Entfernung vom Ankerplatz bis zum Pier nicht berücksichtigt, auch ein sehr geeigneter Löschungsplatz ist.

Wie lange jedoch diese Verhältnisse noch Bestand haben werden, ist nur eine Frage der Zeit: Langsam, aber unaufhaltbar schreitet auch hier die Verlandung durch die starke Sandbewegung vor. Einesteils verliert die Bucht selbst an Spülkraft, indem die durch die Flut in sie getragenen Sinkstoffe bei Ebbe nicht sämtlich wieder mit fortgerissen werden, sondern sich auf dem Grunde niederlegen und ein allmähliches Anwachsen desselben und so eine Verminderung des Fassungsgehaltes der Bai hervorrufen; anderseits aber lagert der von SW. her an der Halbinsel entlang streichende Benguelastrom die mitgeführten Sandmassen hinter der Spitze der Halbinsel (Pelican Point) ab, so daß, wie es in der neuesten englischen Marinekarte vom Jahre 1894 heißt, eine „Bank extending" hier besteht. Ferner aber findet an der gegenüberliegenden Küste bis zum Bird Island eine Ansammlung von Sandmassen und ein Verrücken des Grundes statt; von diesen beiden Punkten schiebt sich allmählich ein Abschlußdamm vor die Bucht, dessen naturgemäßem Anwachsen und Vorwärtsschreiten ein „Halt" nicht zu gebieten ist. Auch der Kuisibfluß, der beim Abkommen einen großen Teil seiner Gewässer jetzt in die Walfischbai ergießt, legt besonders in der Lagune seine Sinkstoffe nieder, die ebenfalls zur Versandung beitragen.

Die besten verbürgten Nachrichten über die vorschreitende Versandung der Walfischbai sind in dem von der englischen Admiralität herausgegebenen „Africa Pilot" enthalten. Es heißt dort in der vorletzten Ausgabe vom Jahre 1893 Seite 290 und folgende: „Mr. Stabb, Master of H. M. S. Grecian, 1852, remarks; — This (Walfishbay) is a fine large smooth water bay, about 4 miles across and 4 deep, but the bottom of the bay is fast filling up with sand" . . . . und ferner: „The bay was resounded by Lieut. Bower in 1878, and the inner part by Navigating Lieut. Baynham in 1879, which shows the bay to be filling up." Ebenso findet sich bei Besprechung des Ankergrundes daselbst folgende Angabe: „it is advisable, bearing in mind the silting up of the bay, to anchor farther out." In der letzten Ausgabe desselben Werkes vom Jahre 1901 sind diese Ausführungen fortgeblieben, trotzdem auch in den letzten Jahren eine starke Ansammlung von Schlamm und Sand in der Bucht festgestellt werden konnte und zwar am Festlande selbst, dort wo der Pier sich in die See erstreckt und zu gleicher Zeit an der gegenüberliegenden Küste von Pelikan Point, ungefähr 3 km südlich der Spitze.

Abgesehen von der stetig vor sich gehenden Versandung sprechen aber auch noch andere Gründe gegen einen regelmäßigen Hafenbetrieb in der Walfischbai. Meilenweit ist kein

Süßwasser aufzutreiben, das stark brackige Wasser aus dem rd. 5 km benachbarten Sandfontein ist kaum für den Hausbedarf, nicht aber zur Tränke zu verwenden. Trinkwasser wird von Kapstadt eingeführt zum Preise von 3 Pf. für das Liter. Rings um Walfischbai nur trostlose Steppe, kein Graswuchs auf meilenweite Entfernungen; ein viele Kilometer breiter Gürtel von 70 m hohen Wanderdünen umschließt die aus nur zwölf Häusern bestehende Niederlassung. Wegen der den Ort fast gänzlich umschließenden Lagunen, die mit den Gezeiten wechselnd trocken und dann wieder unter Wasser sind, treten besonders typhöse Krankheiten häufiger dort auf. Zwar ist im Jahre 1898 quer durch die Dünen in der Richtung auf Ganikontes zu eine 80 cm breite Schmalspurbahn von 20 km Länge mit Maultierbetrieb gelegt, jedoch hat diese nur wenig Erleichterung gebracht, da der Betrieb infolge der starken Sandverwehungen ein sehr schwieriger und kostspieliger ist. Auch eine Barkasse und drei eiserne Leichter von je 50 t Fassungsraum sind zur Hebung des Verkehrs neu beschafft worden, doch alle diese Anstrengungen der Engländer haben nicht vermocht, eine Hebung des Verkehrs zu bewirken, im Gegenteil hat dieser von Jahr zu Jahr abgenommen und jetzt fast gänzlich aufgehört, nachdem auch die Rheinische Mission ihre Güter nicht mehr dort, sondern in Swakopmund löschen läßt.

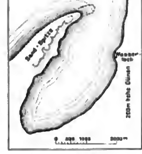


Abb. 2. Sandfischhafen.

Sandfischhafen (Text-Abb. 2). Rund 50 km in SSW.-Richtung liegt jetzt ganz verlassen Sandfischhafen, ehemals ein vorzüglicher Hafen und Landungsplatz. Im Jahre 1880 ankerte das englische Kriegsschiff Silvia in Sandfischhafen bei 8 m Wassertiefe und bestimmte die Lage auf 23° 20' 45" südl. Breite und 14° 31' 5" östl. Länge. Auch 1884 war die Einfahrt noch so breit und tief, daß Segelschiffe bequem in die Bucht einkreuzen konnten. Seit dieser Zeit wurde aber eine stärkere Versandung der nach Norden gelegenen Einfahrt bemerkbar, so daß z. B. 1890 bei der Landung des ersten Truppentransportes im Schutzgebiete der Dampfer außerhalb der Bucht liegen bleiben mußte, während nur eine Pinasse mit den Leichterbooten in die Bucht einfahren konnte. Vom Oktober 1891 berichtet der Kommandant Finnis vom englischen Kriegsschiffe Swallow, daß eine Sandbank mit nur 1,5 m Wasser sich quer vor die Einfahrt gelagert hätte. 1896 war diese bis auf eine nur 15 m breite Rinne gänzlich geschlossen, die im April 1898 ebenfalls versandet war, so daß die Bucht zur Lagune wurde. Dieser Zustand dauerte jedoch nicht lange, schon zwei Jahre später zeigte die Einfahrt wieder auf rd. 400 m Länge eine Wassertiefe von 2 bis 3 m.

Auf diese eigenartigen Zustände und deren Ursachen lohnt es vielleicht, etwas näher einzugehen, besonders da hier das treffendste Beispiel für die an der ganzen südwestafrikanischen Küste wiederkehrende Bai- und Lagunenbildung vorliegt, die den Haffbildungen unserer Ostseeküste entspricht. — Zuerst ein nur wenig aus der Gesamtküstenlinie hervortretender Vorsprung, bildet er sich allmählich durch den Sand ablagernden Küstenstrom zu einer hakenförmigen Landzunge aus. Weitere Sandmassen werden von der Meeresströmung teils unter Wasser zugeführt, teils bei fallendem Wasser am Strande zurückgelassen, von der Sonne getrocknet und so, leichter geworden, von dem stetig wehenden Südwestwinde weiter nach Nordosten hin abgelagert. Daher zeigen diese Landzungen dieselbe Querschnittsform wie die das Ufer einsäumenden Dünen, nämlich eine sehr flache, dem Winde und der See zugeneigte Böschung und einen sehr steilen Abhang nach der entgegengesetzten Seite hin. Nur wenig erhebt sich die Landzunge über Wasser, hier am höchsten Punkte 5 m, nimmt aber stetig in der Längenrichtung zu, bis am nördlichsten Teile nur noch eine schmale Rinne frei bleibt. Ein Vorschreiten dieser Spitze nach dem Lande zu findet in der Regel nicht statt, es beginnt nun vielmehr ein Anwachsen des der Spitze gegenüberliegenden Teiles vom Festlande, bis endlich eine vollkommene Abschließung erfolgt ist. Tritt eine Erneuerung oder ein Zufluß der eingeschlossenen Wassermenge nicht ein, so verdunstet diese nach und nach, nur die schweren Salzteile nebst der Jodide und Bromide enthaltenden Mutterlauge bleiben zurück, die Lagune ist zur Salzpfanne geworden. Diese Bildungen sind besonders häufig in der Nähe von Kreuzkap anzutreffen.

Anders verhält es sich bei Sandfischhafen. Hier erhält die Bucht ständig Zufluß frischen Wassers durch den Kuisib, der trotz der zwischenliegenden, rd. 30 km langen Dünenkette den größten Teil seiner Wasser und damit auch seiner Sinkstoffe dieser Bucht zuführt. Ist die Lagune geschlossen, so kann das Kuisibwasser nicht der See zufließen, es staut sich vielmehr in der Lagune, bis es höher als der umgebende Meeresspiegel angewachsen ist. Dieser Überdruck, unterstützt durch Wellenbewegung oder Springfluten, bewirkt dann ein Durchbrechen der Umwallung an der gefährdetsten Stelle dem nördlichen Abschlußdamm. Hat nun ein Ausgleich der Wassermassen stattgefunden, so wird auch wieder die von Süden nach Norden gerichtete Meeresströmung ihre Sandteile an der offenen Stelle abzulagern beginnen, bis wiederum ein Schluß der Durchbruchstelle stattgefunden hat. Dieses Wechselspiel wird sich im Laufe von Jahrzehnten ständig wiederholen.

In der Zeit, in der die Bai geschlossen und höher als das umgebende Meer mit Wasser gefüllt ist, findet nun ein Rückstau des aus dem Kuisib zufließenden Wassers statt, so daß dasselbe gezwungen ist, sich einen anderen Ausweg zu suchen, und diesen findet es dann in die Walfischbai hinein. Es steht daher zu erwarten, daß derselbe Vorgang wie bei Sandfischhafen sich auch bei der Walfischbai ereignen wird, wenn auch nicht in so kurzer Zeit.

In welcher Menge der Kuisib sein Wasser bei Sandfischhafen dieser Bucht zuführt, erhellt am besten daraus, daß sogar noch außerhalb der Bucht bis 3 km seewärts und in derselben Länge zu beiden Seiten das klare ungetrübte Süßwasser sich deutlich von dem sonst tiefblauen Meerwasser abzeichnet. Vor Jahren, als der Zugang zur Bucht noch ungehindert war, hatte daselbst eine deutsche Fischereigesellschaft, um die in Unmenge dort vorkommenden Fische zu verwerten, am östlichen Ufer Wohnhäuser, Schuppen und Räuchereien errichtet; heut ist alles verlassen, nur einige

baufällige ausgeraubte Hütten zeugen von der früheren geschäftigen Tätigkeit. Neben der ehemaligen Niederlassung, kaum 20 Schritte vom Ufer, befindet sich noch die vorzügliches Trinkwasser bietende Wasserstelle, von üppigem Röhricht und dicht wucherndem Queckgras eingefaßt.

Die weiter südlich liegenden Einbuchtungen, die Spencer- und Hottentottenbai, sind von keiner Bedeutung; destomehr Zukunft dürfte aber unser südlichster Hafenplatz Lüderitzbucht, das alte Angra pequena, haben.

Lüderitzbucht (Text-Abb. 3). Die rund 10 km breite Einfahrt ist nördlich durch das steile Nordostkap, südlich durch die weit vorspringende Diazspitze gekennzeichnet. Ungefähr 5,5 km östlich von letzterer ragt die Angraspitze vor; beide, durch eine 3 km tiefe Einbuchtung getrennt, bilden die Sturmvogelbai, die einen sehr guten Ankerplatz bietet, der gegen alle Winde mit Ausnahme der nördlichen geschützt ist.

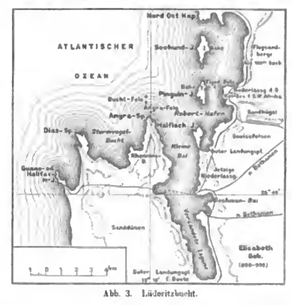


Abb. 3. Lüderitzbucht.

Feiner Sand bildet den Grund bei 12 m Wassertiefe. Unmittelbar aus dem Meere heraus, 700 m nördlich der Angraspitze, ragt der Angrafelsen, der selbst noch bei Hochwasser deutlich zu erkennen ist. Zwischen diesem und dem Festlande sind noch 8 m Wassertiefe, die eine Durchfahrt besonders für die von Süden her kommenden Schiffe gestattet. Doch wird in der Regel die bequemere nördliche Durchfahrt gewählt.

Die eigentliche Lüderitzbucht beginnt erst zwischen diesem Angrafelsen und der gegenüberliegenden Haifischinsel. Die Einfahrt ist hier 2,5 km breit. Der Name Angra pequena war eigentlich nicht richtig gewählt, denn fast überall ist guter, bequemer Ankergrund vorhanden, so z. B. auch am Ende der Haifischinsel dicht vor der jetzigen Niederlassung bei 6 bis 8 m Wassertiefe; eine rotgestrichene Boje macht den Ankerplatz kenntlich. Ein anderer ebenso vorzüglicher Ankerplatz findet sich zwischen der nördlicher gelegenen Pinguininsel und dem Festlande, dem Roberthafen, wo die erste Niederlassung, dem Bremer Kaufmann Lüderitz gehörig, sich befand. Dieser Liegeplatz ist 1,52 km breit bei 7,5 m Wassertiefe und ist gegen Norden durch verschiedene Riffe abgeschlossen, deren größtes, der Tigerfelsen, stets über Wasser sichtbar ist. Nördlich der Pinguininsel liegt die 2 km lange Seehundinsel; beide befinden sich noch in englischem Besitze.

An Landmarken waren bisher nur auf dem Diazfelsen ein Holzkreuz vorhanden an Stelle der von Bartholomäus Diaz im Jahre 1486 errichteten Granitsäule, die von den Engländern dem Museum in Kapstadt einverleibt wurde; ferner war auf der nördlichen Spitze der Haifischinsel eine 5 m hohe Pyramide aus eisernen Kisten, rot und weiß gestrichen, aufgebaut. War so, wenn auch nur notdürftig, dafür gesorgt, daß Schiffe bei Tage sicher einfahren konnten, so zogen diese, wenn sie bei Dunkelheit vor der Einfahrt ankamen, vor, draußen Anker zu werfen oder in der Hottentottenbai klares Wetter zum Einfahren abzuwarten.

Rings von steinigen Bergen umgeben, mit Ausnahme der nördlichen Einfahrt, bietet Lüderitzbucht zwar für eine ganze Flotte einen guten und geräumigen Anker- und Liegeplatz, doch fehlen, um diesen Ort zu einem regelrechten Hafenplatz einzurichten, noch einige wesentliche Bedingungen. In erster Linie ist der gänzliche Mangel an Süßwasser dort zu beklagen.

Die ganze Umgebung ist vegetationslos, der Boden von Geröll und verwittertem Granit bedeckt, von einem breiten Dünengürtel umrahmt. Trinkwasser muß daher entweder von Kapstadt beschafft oder von den im Jahre 1897 von der Kolonialgesellschaft für Deutsch-Südwest-Afrika aufgestellten Kondensatoren entnommen werden, das Liter zum Preise von 4 Pf. Dies ist hauptsächlich auch der Grund, weshalb dieser sonst so günstige Liegeplatz seit seinem fast zwanzigjährigen Bestehen kaum einen nennenswerten Aufschwung genommen hat. Die Niederlassung besteht aus sechs Holzhäusern mit zugehörigen Schuppen, zehn Weiße und ungefähr hundert Schwarze bilden die Einwohnerschaft. Seitens der Kolonialgesellschaft ist eine kleine Kohlenstation dort errichtet, so daß jederzeit mindestens 50 t Kohlen eingenommen werden können. Ein hölzener Pier von 140 m Länge ist bis zu 3 m Wassertiefe vorgebaut, auf dessen Spitze sich ein Dampfkran befindet. Auch eine Barkasse von 1,5 m Tiefgang und ein eiserner Leichter von 50 t Tragfähigkeit stehen zur Verfügung. Daß dieser Platz sich trotzdem noch lebensfähig erwiesen hat, kommt daher, weil hier allein die für den Süden unserer Kolonie bestimmten Güter gelandet und nach dem Innern befördert werden können.

Swakopmund.

Aus welchen Gründen ist nun Swakopmund als Landungplatz ausgewählt worden?

Wie schon eingangs erwähnt, stellte sich nach Besitzergreifung der Kolonie durch das Deutsche Reich die Notwendigkeit heraus, die für die Kolonie erforderlichen Schutztruppen nebst Munition auf Deutschem Reiche gehörigen Boden zu landen und weiter nach dem Innern zu befördern, da die Engländer sowohl dem Durchmarsche deutscher Schutztruppen wie auch dem Landen von Waffen usw. auf englischem Boden (Walfischbaigebiet) sich widersetzten. Als im Jahre 1889 die Station Wilhelmsfeste (Tsaobis) und 1890 Windhoek von Herrn v. François gegründet war, als dann ferner seit 1893 der Handel im Lande nicht mehr von herumziehenden Händlern betrieben wurde, sondern anfing, in eben diesen Orten sich seßhaft zu machen, stellte sich auch die Notwendigkeit heraus, möglichst schnell und bequem von See aus nach diesen Orten zu gelangen. Da der Verkehr ausschließlich mit Ochsenwagen

bewerkstelligt wurde, mußte vor allen Dingen darauf gesehen werden, die für diese Transportmittel erforderlichen Lebensbedingungen zu schaffen, d. h. Wasser und Gras für die Ochsen auf dem ganzen Wege. Beides war in der kürzesten Entfernung von oben genannten Orten und auf dem bequemsten Wege an der Küste nur bei der Mündung des Swakopflusses zu finden.

Der Swakop. Dieser bildet nicht allein eine politische, sondern auch eine geologische Grenze zwischen den beiden nördlich und südlich von ihm gelegenen Küstenstrichen. An seinem linken Ufer ziehen sich bis ungefähr 10 km weit ins Innere 30 bis 50 m hohe Wanderdünen hin, sie haben jedoch nicht vermocht, sein Bett zu kreuzen und den dort regen Pflanzenwuchs zu begraben. Das an der Mündung fast 800 m breite Flußbett liegt mit seiner Sohle 2,5 m über Sw. N. und ist vom Meere durch eine 1,5 m über Flußsohle hohe und 50 m breite Barre getrennt, die jedesmal beim „Abkommen" des Swakop durchrissen, in kurzer Zeit danach aber wieder in derselben Höhe zugefüllt wird. Die Oberfläche des Bettes ist fast in der ganzen Breite mit einer durchschnittlich 5 cm starken Ton- und Schlickschicht bedeckt, Rückstände der beim jedesmaligen Abkommen verbliebenen Sinkstoffe. Unter dieser Schicht lagert in 1,5 m Stärke loser Sand, dem eine 1 m dicke Grandschicht folgt, die auf eine weitere Tiefe von rd. 0,5 m mit Lehm durchsetzt ist. Hierunter, also 3 m unter der Oberfläche, stößt man auf eine steinharte, undurchlässige Schicht, die aus Kalkschotter und Lehm zusammengesintert, mit der in Europa, besonders im alpinen Gebiete, häufigen Nagelfluh große Ähnlichkeit hat.

Wie fast alle Flüsse der Kolonie führt auch der Swakop oberirdisch kein Wasser, hat aber das ganze Jahr hindurch einen starken Grundwasserstrom, der fast ständig schon 0,7 m unter der Sohle anzutreffen ist. Nur selten, ungefähr alle fünf Jahre, nach sehr starken Regenfällen im Innern, kommt der Fluß ab, d. h. er ergießt oberirdisch sein Wasser in die See. Am 3. März 1899 war es möglich, ein derartiges Ereignis zu beobachten, bei welcher Gelegenheit rd. 2 km von der Mündung entfernt eine Oberflächenschwimmermessung vorgenommen wurde. Diese ergab eine mittlere Geschwindigkeit von 2,8 m in der Sekunde bei einer benetzten Querschnittsfläche von 3,5 qm; die zu der Zeit vom Swakop oberirdisch geführte Wassermenge betrug demnach 9,5 cbm in der Sekunde. Von weiteren Messungen mußte leider Abstand genommen werden, weil schon kurze Zeit nachher die Wasser versiegten. Bald nach dem Abkommen des Swakop zeigte die See in einer Breite von fast 500 m von der Küste bis 6 km nördlich der Mündung eine graubraune Färbung durch die mitgeführten Sinkstoffe. Dagegen war Gestrüpp und Kraut nur bis zur jetzigen Landungsstelle am Zollschuppen, der ersten Einbuchtung der Küste nördlich des Flusses, am Ufer abgelagert. Während, wie schon oben bemerkt, das linke Ufer aus sanft bis zu 50 m Höhe ansteigenden Wanderdünen besteht, ist das rechte aus glatt abgeschliffenen zerklüfteten und mit Aushöhlungen reichlich versehenen Kalksteinfelsen gebildet, die, bis 20 m hoch, steil aus dem Flußbette hervorragen und häufig noch an ihren Wandungen die dem jetzigen Swakopbette eigentümlichen Bodenschichten zeigen, jedenfalls ein Beweis dafür, daß die Sohle des Flusses in früheren Zeiten bedeutend höher lag.

Bodenbildung (Text-Abb. 4). In dem Swakopmund umschließenden Wüstengürtel zwischen dem Meere und der Vegetationsgrenze des Innern lassen sich vier verschiedene Zonen unterscheiden. Die erste, der Strand, ist zwischen 50 und 200 m breit und besteht aus feinem See- und Dünensand. Ziemlich steil dahinter ansteigend auf + 13 m über dem Meeresspiegel beginnt die Wüste, die Namib. Diese zweite Zone reicht ungefähr 20 km weiter, steigt allmählich an bis auf + 90 und besteht aus grobem Sande, der als jüngstes Verwitterungsprodukt in wechselnder Stärke das unter ihm liegende Muttergestein bedeckt. Hieran schließt sich eine wiederum 20 km breite Steinwüste, steil ansteigend bis auf ungefähr + 400. Fast ebenso breit ist die nun folgende Felswüste, aus stark zerklüfteten Kuppen und Tälern bestehend, nach und nach sich erhebend auf + 480. Von hier beginnt wieder eine Sandwüste, von einzelnen Kuppen unterbrochen, die sich bis 120 km von der See erstreckt und ansteigt bis + 1050. Dann erst zeigen sich einzelne Halme, die ab und zu sich zu Grasbüschen vereinigen.

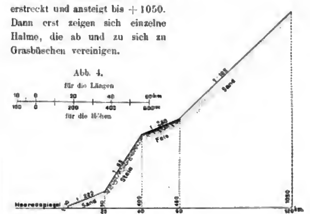


Abb. 4.

Süßwasser. Von ganz besonderer Bedeutung für Swakopmund ist das Vorhandensein von Süßwasser in unmittelbarer Nähe und zwar im Bette des Swakopflusses. Bis zum Jahre 1898 wurde das Trinkwasser für die Niederlassung von dort aus offenen Gruben entnommen, die 0,5 bis 1 m tief waren und sowohl von Menschen wie Vieh benutzt wurden. Zu den Verwendungsstellen wurde es von Eingeborenen in Fässern geschafft, das Kubikmeter kam ungefähr auf 6 bis 8 ℳ zu stehen. Der brackige Beigeschmack, sowie nur aus dem Genuß von diesem Wasser herrührende Krankheitserscheinungen (besonders Dysenterie) führten dazu, das Wasser chemisch untersuchen zu lassen. Es wurden außer anderen Bestandteilen bei 1550 Rückstand nach Verdampfung festgestellt: 190,4 Calciumoxyd, 58.4 Magnesiumoxyd, 607,5 Chlor, sowie 102,6 Schwefelsäure. Wegen des hohen Chlor- und Schwefelsäuregehaltes mußte von dem Gebrauch dieses Wassers zum Trinken Abstand genommen werden, und es wurden seitens des Hafenbauamtes weiter landeinwärts im Swakopbette mit einem Abessyniertrunnen verschiedene Bohrversuche nach besserem Wasser angestellt. Etwa 150 m von den alten Entnahmestellen, d. h. 500 m vom Meere, wurde bei 3 m unter Oberfläche eine Wasserader angetroffen, die vollkommen klares, geruch- und geschmackloses Wasser lieferte, das beim Kochen keinen Rückstand zeigte und, soweit dies festzustellen war, schädliche Beimengungen nicht enthielt. Die chemische Analyse ergab, „daß das Wasser etwas brackig ist und daß es einen

ziemlich hohen Gehalt von Salpeter hat. Anderseits ist es fast völlig frei von organischen Stoffen und Ammoniak. Es muß bemerkt werden, daß der Salpeter rein mineralogischen Ursprungs ist und nicht etwa von verseuchtem Boden oder dergleichen herrührt." Auf Grund dieser Auskunft konnte das neu erschlossene Wasser ohne Bedenken auch zum Trinken Verwendung finden. Der Bau einer Wasserleitung, nicht allein für die Zwecke des Hafenbauamtes, sondern auch für die Einwohnerschaft Swakopmunds wurde nun sofort in Angriff genommen. Zu diesem Zwecke ist bis 3 m unter der Oberfläche bis zur undurchlässigen Nagelfluhschicht ein Brunnen aus Bruchsteinmauerwerk abgeteuft worden. Über dem Brunnen ist ein Windmotor aufgestellt, dessen 15 m hoher aus Stahl hergestellter Gerüstturm ein doppeltes Flügelrad von 5,5 m Durchmesser trägt. Durch dies Windrad wird eine doppeltwirkende Saug- und Druckpumpe betrieben, die stündlich 6000 Liter bei nur 25 Umdrehungen in der Minute fördert.

Von der Entnahmestelle aus wird das Wasser nach dem rd. 770 m entfernten, auf dem höchsten Punkte von Swakopmund gelegenen Wasserspeicher gedrückt, der mit seiner Sohle 1,5 m über dem umliegenden Gelände liegt und ein Fassungsvermögen von 75 cbm besitzt. Die Umfassungwände sind aus Bruchsteinmauerwerk hergestellt, dessen Material aus dem für den Molenbau eröffneten Steinbruche entnommen ist. Die Gewölbe sind aus Stampfbeton gefertigt. Die Zuleitungrohre haben 0,064, die Ableitungrohre 0,056 bis 0,04 m Durchmesser. Die Herstellungskosten der gesamten Anlage beliefen sich auf 42000 ℳ. Für die Einwohnerschaft wurde ein Wasserzins von 0,2 Pf. für das Liter erhoben. Am 9. Oktober 1899 wurde die Wasserleitung in ihrem vollen Umfange eröffnet. In den ersten Monaten des Betriebes wurden neben dem für das Hafenbauamt erforderlichen Wasser von der Einwohnerschaft für den Monat durchschnittlich 200 cbm entnommen. Diese Menge stieg nach einem Jahre auf rd. 400, nach zwei Jahren auf 1000 und nach dreijährigem Bestehen auf über 10000 cbm.

Gleich in der ersten Zeit wurde der Betrieb dadurch gestört, daß windstille Tage vorkamen, an denen infolgedessen auch Wassermangel eintrat. Um solchen unliebsamen Vorfällen vorzubeugen, und da überhaupt der Windmotor nicht in dem Umfange, wie erwartet wurde, ausgenutzt werden konnte, wurde noch ein zweipferdiger Petroleummotor beschafft und derart mit der Pumpe verbunden, daß zu jeder Zeit der eine oder andere Motor eingeschaltet werden konnte. Zu Anfang des Jahres 1901 stellte sich die Notwendigkeit heraus, eine Erweiterung der Zuführungsanlagen vorzunehmen, um den gesteigerten Anforderungen gerecht zu werden. Zu diesem Zwecke wurde rd. 100 m von dem bestehenden Brunnenschachte ein neuer Kessel hergestellt und mit dem ersteren durch 51 mm-Rohre verbunden. Auch eine Erweiterung und Vervollkommnung der Förderungsmittel zeigte sich mit der Zeit als dringend erforderlich. Schon nach dreijährigem Betriebe hatte sich nämlich der Windmotor derartig abgenutzt, daß er fast unbrauchbar geworden war. Trotzdem der Anstrich stetig erneuert wurde, war das Eisengerüst durch die feuchten Seewinde gänzlich zerfressen, so daß ein Zusammensturz befürchtet werden konnte; auch die Lager und Buchsen des Flügelrades und Gestänges wurden durch den vom Winde mitgeführten Staub und feinen Sand in ungewöhnlichem Maße angegriffen. Daher mußte der Windmotor beseitigt werden. Als Ersatz hierfür wurde ein zweiter Petroleummotor von fünf Pferdekräften beschafft und im Mai 1902 in Betrieb gesetzt.

Es kann wohl behauptet werden, daß die so geschaffene Wasserleitung geradezu segensreich für das aus einer Niederlassung allmählich zu einer Stadt herangewachsene Swakopmund gewirkt hat. Dies kann am besten derjenige ermessen, der die früheren sehr unvollkommenen Verhältnisse noch miterlebt hat. Auch das allgemeine Bild der Stadt ist durch diese Anlage in günstigster Weise beeinflußt worden, indem jetzt fast bei allen Gebäuden kleine Gärten angelegt sind, deren frisches Grün das früher tote Aussehen des Platzes in erfreulicher Weise geändert hat.

Wind und Wetter. Um über die klimatischen Verhältnisse der Westküste des Schutzgebietes an der Hand zuverlässiger Beobachtungen genauere Aufklärung zu erlangen, wurde vom Kaiserlichen Hafenbauamte eine meteorologische Station eingerichtet. Sie war zu Beginn des Jahres 1899 fertiggestellt; die Beobachtungen wurden seit dem 5. Januar desselben Jahres geführt. Sie finden täglich dreimal statt, um 7 Uhr morgens, 2 Uhr nachmittags und 9 Uhr abends mittlerer Ortszeit. Der Niederschlag wird nur am Morgen gemessen. Auf pünktliche Innehaltung dieser Zeitpunkte wird besonders geachtet, ebenso darauf, daß Luftwärme und Luftdruck möglichst gleichzeitig abgelesen werden. Außerdem werden noch die Luftfeuchtigkeit, sowie Richtung und Stärke des Windes bestimmt.

Die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen lassen natürlich bei der kurzen Beobachtungszeit von kaum vier Jahren kein endgültiges Urteil zu über die meteorologischen Verhältnisse dieses Platzes; jedoch gewähren sie über die für den Bau wichtigsten Erscheinungen, Wind und Wetter, einen ziemlich guten Überblick. Um aus den gemachten Beobachtungen eine deutliche Übersicht zu geben und besser Vergleiche zwischen den einzelnen Monaten und Jahren zu ermöglichen, ist neben der Tabelle noch eine zeichnerische Darstellung (Text-Abb. 5) angefertigt worden über die höchsten und niedrigsten Tagestemperaturen für die einzelnen Monate. Die Zusammenstellungen sind für drei volle Jahre gemacht und zusammengefaßt nach den Jahreszeiten. Es ist daraus zu ersehen, daß die Temperatur in den Monaten September bis Februar am gleichmäßigsten ist, sowohl was die mittleren Tagestemperaturen als auch die mittleren Tagesunterschiede betrifft. In den Monaten März bis August dagegen ist die Witterung am ungleichmäßigsten, die Temperaturen teils am niedrigsten, teils am höchsten, auch die Unterschiede in den Tagestemperaturen die größten. Nach den dreijährigen Beobachtungen ergibt sich eine mittlere Temperatur von 16,4°, die überhaupt höchste betrug 39,8°, die niedrigste 2,5°; die niedrigsten Temperaturunterschiede an einem Tage ließen sich auf 1,6°, die höchsten auf 28,3° feststellen, es herrschte ein mittlerer Temperaturunterschied von 7,8°. Nach alledem kann das Klima Swakopmunds als ein durchaus gemäßigtes genannt werden, bei dem jedoch auch Ungleichmäßigkeiten besonders in den Wintermonaten nicht ausgeschlossen sind.

Im engsten Zusammenhange mit den Temperaturen, in Wechselwirkung mit ihnen stehen die Winde. Als stetig

Zusammenstellung
der Temperaturen und Temperaturunterschiede
vom 1. März 1899 bis 1. März 1902.

Monat u. Jahr	Höchst. Max.	Mittl. Max.	Grßt. Min.	Mittl. Min.	Mittl. Tages-temper max. u. min.	Höchster (Tagesunterschied)	Geringster (Tagesunterschied)	Mittlerer (Tagesunterschied)
1899								
März . . .	28,4	24,6	11,4	17,0	20,8	11,0	3,7	7.6
April . . .	33,8	25,0	7.9	14,1	19.6	22,7	6,8	10,9
Mai. . . .	38,0	26,9	8,2	14,2	20,6	21,7	4,8	12,7
Juni . . .	36,4	28,7	4,2	12,2	20,5	27,0	5,6	16,5
Juli. . . .	36,6	23,9	3,9	10,8	17,4	20,2	4,3	13,1
August. . .	26,6	20,8	2,5	9,0	14,9	21,1	7,0	11,8
September .	19,4	16,3	7,4	9,9	13,1	10,8	2,1	6,4
Oktober . .	23,9	19,1	5,2	11,0	15,1	17,7	3,9	8,1
November .	23,3	19,0	7,7	11,8	15,4	11,2	4,2	7.2
Dezember. .	22,5	20,0	8,5	14,1	17,1	11,5	1 6	5,9
1900								
Januar. . .	24,1	21,4	11,4	15,0	18,2	12,1	4,2	6,4
Februar . .	24,0	20,9	12,9	14,9	17,9	10,5	4,0	6,0
	38,0	22,2	2,5	12,8	17,5	27,0	1,6	9,4
1900								
März . . .	25,3	20,2	10,6	14,0	17,1	10,3	3,9	6,2
April . . .	27,2	19,0	12,4	13,8	16,4	12,7	2,4	5,2
Mai. . . .	30,1	21,8	7,4	12,4	17,1	16,0	3,7	9,4
Juni . . .	34,5	19,0	5,5	11,1	15,5	20,1	2,4	7,9
Juli. . . .	18,6	16,2	3,9	9,6	12,9	12,6	2,1	6,6
August . .	21,5	17,2	5,1	9.0	13,1	15,1	2,4	8,2
September .	30,5	16,8	8,0	11,3	14,2	13,5	2,6	5,5
Oktober . .	23,1	17,6	10,6	11,0	14,3	13,4	2,6	6,6
November .	23,6	18,3	7,6	12,1	15,2	14,9	3,3	6,2
Dezember .	23,5	19.7	12,4	14,8	17,3	10,4	1,8	4,9
1901								
Januar. . .	25,0	21.2	12.3	15,1	18.2	9,5	3,1	6,1
Februar . .	27.7	21,2	12,6	15,2	18.2	9,1	3.3	6,0
	34,5	19,0	3,9	12,5	15.7	20,1	1,8	6,6
1901								
März . . .	25,5	19,0	11,6	13,8	16.4	12,1	2,6	5.2
April . . .	26.4	18,1	9,7	12,4	15.3	11,8	3.4	5,7
Mai. . . .	39.8	24.3	6,5	12,8	18.6	27,6	3.9	11,5
Juni . . .	36,5	22.1	5,0	11.2	16,7	26.7	2,0	10,9
Juli. . . .	35.5	22,1	4,7	9,5	15,8	28,3	2,5	12.6
August . .	20.6	15,5	4,8	9,8	12,7	15,4	2,2	5,7
September .	24.2	16,8	6,5	9,9	13,1	14,0	2,4	6,9
Oktober . .	22,8	18,0	5,8	11,7	14,9	11,1	2,6	6,3
November .	24,1	19,1	9,6	12,5	16,0	17,7	3,3	6,9
Dezember. .	23,7	19,8	11,7	14.4	17,1	10,5	2,8	5,4
1902								
Januar. . .	25,7	20,9	10,7	14,9	17,9	11.1	3,3	6,0
Februar . .	25.6	21,6	13,5	16,0	18,8	11,2	2,3	5,6
	39,8	19,8	4,7	12,2	16,0	28,3	2,0	7,4

wehender Wind kann der aus SW. kommende angesehen werden, der fast täglich hier zu beobachten ist. Seine Entstehung beruht auf den verschiedenartigen Temperaturen über dem Meere und dem Lande. Bald nach Sonnenaufgang erwärmt sich die Oberfläche des Festlandes, und der Temperaturunterschied zwischen der kalten Luftschicht über See und der heißen über dem Lande wird so bedeutend, daß erstere, die schwerere, mit großer Heftigkeit in die leichtere heiße hineinströmt. Dieses Wehen des Windes hält an, bis sich nach Sonnenuntergang das Land wieder allmählich abkühlt und ein Gewichtsausgleich der Luftschichten stattgefunden hat.

Nicht ständig, sondern nur zeitweise tritt der Ostwind auf und zwar schwach beginnend in den Monaten April, Mai, allmählich stärker werdend bis zum Juni und dann wieder abflauend im Juli und August. Bei verhältnismäßig niedriger Temperatur entspringt er auf den Gebirgszügen im Innern und nimmt auf dem kurzen Wege bei seinem Herabsturze von der Höhe bis zur Küste bei sich immer vergrößernder Geschwindigkeit allmählich eine Temperatur an, die in Swakopmund durchschnittlich 37° beträgt. Es dürfte hier dieselbe Erscheinung vorliegen wie beim Föhn der Alpen und dem Chinook der Felsengebirge.

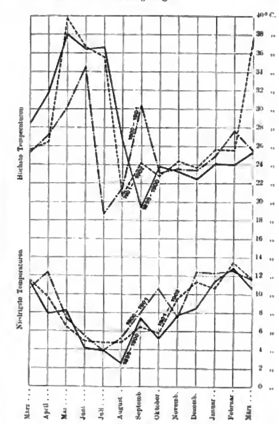


Abb. 5. Höchste und niedrigste Temperaturen für die Monate März 1899 bis März 1902.

Die anderen Winde, nur wechselnd wehend, kommen kaum in Betracht. Ein anschauliches Bild über das mehr oder minder häufige Auftreten der verschiedenen Winde erhält man, wenn man auf den einzelnen Strahlen der Windrose die Anzahl der Beobachtungen über das Auftreten der Winde aufträgt und die so erhaltenen Punkte der Reihe nach durch einen Linienzug verbindet (Abb. 6). Der mit vollem Strich eingetragene Linienzug für die Zeit von März 1899 bis März 1900 verläuft fast ganz auf dem Viertelkreis von Süden bis Westen, mit Ausnahme einer kleinen Ausbuchtung nach Osten hin; im folgenden Jahre,

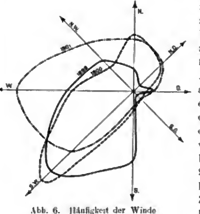


Abb. 6. Häufigkeit der Winde vom März 1899 bis März 1902.

gestrichelter Linienzug, herrschte die Südwestrichtung vor, auch ist ein Anwachsen der Nord- und Nordostrichtung zu bemerken; im Jahre März 1901 bis März 1902, strichpunktierte Linie, ist ein bedeutendes Überwiegen nach Westen hin erkennbar. Es geht hieraus also hervor, daß seit dem Jahre 1899 eine stetige Verschiebung der Häufigkeit der Winde von Süden nach Westen hin stattgefunden hat.

Um nun auch über die Kraft der aufgetretenen Winde eine klare Übersicht zu gewinnen, hat man nur die Stärkezahlen der einzelnen Beobachtungen je nach Windrichtung zusammenzufassen und nach Art eines Kräfteplanes in Verbindung zu bringen (Text-Abb. 7). Die Schlußlinie zwischen

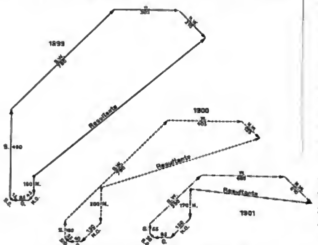


Abb. 7. Kraft der Winde vom März 1899 bis März 1902.
Windstärken nach einer zehnteiligen Skala.

Anfangs- und Endpunkt ergibt die Resultante nach Richtung und Stärke. Es erhellt daraus, daß seit dem Jahre 1899 die Stärke der Winde im allgemeinen abgenommen hat und daß die Resultanten der Stärken sämtlicher Winde ebenfalls mehr und mehr der Westrichtung zustreben.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist ein sehr großer und zeigt sich besonders als Tau in der Nacht. Sehr häufig treten auch Nebel auf, durchschnittlich im Jahre an 100 Tagen, bevorzugt sind die Wintermonate. In der Regel erscheint der Nebel bei Sonnenaufgang und währt bis 10 Uhr vormittags, jedoch häufig auch während der ganzen Tageszeit. Stets zeichnet er sich durch besondere Dichte und Feuchtigkeitsgehalt aus. Sehr selten dagegen ist Regenfall zu verzeichnen gewesen, im Jahre 1899 nur 11 mal mit zusammen 37 mm, 1900 nur 14 mal mit 37,7 mm und im folgenden Jahre 27 mal mit 14 mm Regenhöhe. Der Grund für die geringen Niederschläge dürfte die kühle Meeresströmung und im Zusammenhange damit die vorherrschenden Südwestwinde sein, die von höheren in niedrigere Breiten wehen und demnach das Bestreben haben, Niederschläge eher aufzulösen als zu veranlassen.

Wellenbewegung. Die am Orte herrschenden Winde haben nur in sehr geringem Maße Einfluß auf die Wellenbewegung, ihr Ursprung liegt in südlicher gelegenen Meeresteilen. Die Dünung läuft fast immer aus südwestlicher Richtung, ungefähr 125° gegen die Nordlinie gerichtet, und wird nur am Ufer durch die dort auftretenden Unregelmäßigkeiten abgelenkt. Gewöhnlich kommen die Wellen bei 1 m Höhe in regelmäßigen Zwischenräumen (1 bis 2 in der Minute) auf das Ufer zu, werden, bei der äußersten Klippenreihe gebrochen, zur Brandung und kommen als Brecher zum Strande. Entsprechend dem Wasserstande über den Klippen nimmt die Wellenbewegung bei Flut zu, bei Ebbe ab. Ohne besondere Anzeichen ändert sich plötzlich die Stärke der Brandung oft in weniger als einer Stunde, und es treten dann Brandungswellen auf von über 5 m Höhe in kurzen Zwischenräumen, elf und mehr in der Minute.

Meeresströmung. Außer der Wellenbewegung ist noch von besonderem Einflusse die an der Küste herrschende Meeresströmung. Um ihre Richtung und Geschwindigkeit näher kennen zu lernen, wurden Schwimmer hergestellt aus Rundholz von 25 bis 30 cm Durchmesser und 1 m Länge. Am oberen Ende trugen sie an dünner Eisenstange von ebenfalls 1 m Länge ein verschiedenartig buntgestrichenes schmales Holzkreuz, das dem Winde nur sehr geringe Fläche bot; das untere Ende war durch Eisenringe derart beschwert, daß nur das Kreuz aus dem Wasser ragte. Bei Windstille oder nur ganz schwacher Luftbewegung wurden die Schwimmer in einer Senkrechten zu der am Ufer ausgesteckten Richtungslinie in verschiedenen Entfernungen vom Ufer unter Vermerkung der Zeit zu Wasser gebracht und beim Durchlaufen der folgenden Profile beobachtet. Es ergab sich, daß bis zu einer Entfernung von 300 m vom Uferrande die Schwimmer keine Bewegung längs der Küste zeigten, sondern durch Brandungswellen allmählich und fast in einer Geraden senkrecht auf das Ufer zugetrieben wurden. In 500 m Entfernung trieben die Schwimmer parallel zum Ufer, d. h. in Richtung von Süden nach Norden und zwar durchschnittlich mit 0,088 m Geschwindigkeit in der Sekunde; in 700 m Entfernung ebenfalls in derselben Richtung mit durchschnittlich 0,102 m, in 1000 m Entfernung wiederum von Süden nach Norden mit 0,997 m Geschwindigkeit.

Die Ergebnisse waren bei allen Beobachtungen fast die gleichen. Demnach herrscht hier eine von Süden nach Norden gerichtete Meeresströmung mit einer Geschwindigkeit von rd. 0,1 m in der Sekunde. Die Strömung hat folgenden Ursprung. Wie bekannt, verläßt der brasilianische Strom, der warme Zweig der abgelenkten Äquatorialströmung, bei ungefähr 40° südlicher Breite die Küste von Südamerika und geht nach Osten zum Kap der guten Hoffnung. Außerdem kommt vom großen Ozean um die Südspitze Amerikas die Kap-Horntrift, deren Westwindtrift auf die obengenannte warme Strömung stößt, sie nach Osten begleitet und auf dem gemeinsamen Laufe von der afrikanischen Küste abdrängt (Benguelastrom). Da nun die Küste Südafrikas nach dem Äquator hin vorspringt, legt sich die kühle Strömung hart an die Küste an bis zu der am weitesten vorspringenden Ecke bei Kap Negro, wo sie von den dort herrschenden Winden erfaßt und wieder äquatorwärts vom Lande abgetrieben wird.

Die Temperaturen des Meerwassers vor Swakopmund wurden täglich dreimal, morgens, mittags und abends, 1 m unter der Oberfläche gemessen; die Tagesunterschiede waren nur geringe. Dagegen zeigten sich durchweg Schwankungen der Meerestemperatur in den Jahreszeiten; es betrug die durchschnittliche Wärme im Sommer 14,07°, während sie

in den Wintermonaten April bis September auf 11,48° sank. Die durchschnittliche Jahrestemperatur betrug demnach 12,78°. Die niedrigste Temperatur wurde im September 1903 mit 9,3°, die höchste im März desselben Jahres mit 14,9° beobachtet.

Als eine unmittelbare Folge der Meeresströmung sind die Sandbewegungen längs der Küste zu betrachten. Wie schon früher, besonders bei der Schilderung von Sandfischhafen und Walfischbai erwähnt, führt der von Süden nach Norden gehende Küstenstrom nicht unbedeutende Mengen von feinem Sande mit sich, die er an geeigneten Stellen niederlegt. Als solche geeignete Stellen sind hier besonders die zwischen Walfischbai und der Swakopmündung dem Strande vorgelagerten Kalksteinklippen zu betrachten, die den Sand zum größten Teil auffangen und später dann den Dünen zuführen, während der Rest in größerer Tiefe von der Strömung weitergeführt wird und das Gestade um Swakopmund kaum berührt. Am deutlichsten hierfür spricht der Gegensatz zwischen den Wanderdünen südlich des Swakop und dem aus grobkörnigem Sande bestehenden Strande nördlich desselben. Ferner steht fest, daß sich das Ufer nördlich des Swakop fast überall im Abbruche befindet und nur selten eine Stelle zu finden ist, die auf frisch angeschwemmten Sand schließen läßt. Vergleicht man auch die durch Peilungen neu ermittelten Tiefenkurven mit den früheren Aufnahmen S. M. S. „Falke" vom Jahre 1893, S. M. S. „Hyäne" und denen des Hafenbaumeisters Mönch aus demselben Jahre, so läßt die Übereinstimmung derselben darauf schließen, daß eine merkliche Veränderung und somit eine stärkere Sandbewegung kaum stattgefunden haben kann. Besonders gilt dies von der Strecke vor dem ehemaligen Zollschuppen, 1000 bis 1400 m vom rechten Swakopufer entfernt; weit weniger ist dies der Fall bei der anderen, der Swakopmündung näher gelegenen Einbuchtung. Von besonderem Einflusse auf die Veränderung der Meerestiefen durch Sandbewegung können auch die Sinkstoffe sein, die der Swakopfluß bei seinem Abkommen in das Meer sendet, worüber schon unter „Swakop", Seite 353, genauer berichtet ist.

Wasserstandsschwankungen. Von der größten Wichtigkeit für den Bau der Hafenanlage war die Beobachtung der Gezeiten. Hierfür war ein von der Firma Fueß in Steglitz nach den Angaben des Geh. Regierungsrates Professor Seibt gebauter selbsttätiger Druckluftpegel aufgestellt worden, der am 1. November 1899 in Betrieb gesetzt wurde und stets zur vollen Zufriedenheit gearbeitet hat. Vor dem als meteorologische Station dienenden Bureaugebäude ragen am Strande mehrere Felsgruppen hervor, die zur Aufnahme des Pegels sehr geeignet waren (Text-Abb. 8). In einer Felsvertiefung, die nur gegen die See zu offen war und selbst bei tiefster Ebbe noch 36 bis 40 cm hoch mit Wasser angefüllt ist, wurde ein brunnenartiger Betonkörper aufgebaut, der 1,50 m über Flut reicht und eben gegen Spritzwellen und Verunreinigungen abgedeckt ist. An der tiefsten Stelle im Innern befindet sich der tellerartige Ansatz der Rohrleitung. Das bleierne Luftleitungsrohr von 2 mm Durchmesser ist im Brunnen selbst durch eine eiserne Rohrhülle geschützt, die an dem Mauerwerk vermittels Haken und Schellen befestigt ist. Neben der Rohrleitung im Brunnen ist eine Pegelskala zum Vergleich angebracht. Nach dem Austritt aus dem Brunnen ist die Rohrleitung in schützender Holzhülle bis zum Strande auf einer Brücke gelagert, die vorher zum Heranschaffen der Baustoffe diente. Die Gesamtlänge der Rohrleitung vom tellerartigen Ansatz bis zur Schreibvorrichtung im Bureaugebäude beträgt 120 m.

Aus den Aufzeichnungen des Pegels ist, um einen Überblick über die Gezeitenverhältnisse von Swakopmund zu geben, für die einzelnen Monate vom 1. November 1899 bis 1. November 1902 nachstehende Aufstellung über die höchsten, niedrigsten und mittleren Wasserstände gemacht worden.

Monat	N. N. W.	M. N. W.	G. H. W.	M. H. W.	M. W.
1899					
November	— 0,11	0,072	1,30	1,037	0,555
Dezember	— 0,07	0,109	1,32	1,048	0,578
1900					
Januar	— 0,19	0,085	1,39	1,083	0,584
Februar	— 0,16	0,056	1,47	1,078	0,567
März	— 0,16	0,039	1,53	1,107	0,573
April	— 0,15	0,029	1,40	1,088	0,559
Mai	— 0,11	0,010	1,30	1,078	0,559
Juni	— 0,04	0,042	1,22	1,040	0,511
Juli	— 0,06	0,060	1,38	1,057	0,559
August	— 0,11	0,070	1,50	1,048	0,559
September	— 0,10	0,087	1,58	1,073	0,584
Oktober	— 0,10	0,101	1,32	0,856	0,475
November	— 0,08	0,047	1,26	0,873	0,468
Dezember	— 0,10	0,071	1,56	1,125	0,598
1901					
Januar	— 0,22	0,087	1,40	1,127	0,607
Februar	— 0,10	0,073	1,47	1,152	0,610
März	— 0,10	0,062	1,50	1,158	0,610
April	— 0,08	0,049	1,55	1,117	0,583
Mai	— 0,10	0,018	1,36	1,030	0,524
Juni	— 0,09	0,028	1,33	1,062	0,545
Juli	— 0,08	0,034	1,35	1,010	0,523
August	— 0,10	0,002	1,47	1,075	0,536
September	— 0,10	0,017	1,47	0,880	0,449
Oktober	— 0,10	0,028	1,38	1,007	0,518
November	— 0,11	0,039	1,36	1,057	0,548
Dezember	— 0,06	0,081	1,16	0,984	0,533
1902					
Januar	— 0,08	0,054	1,39	0,984	0,519
Februar	— 0,14	0,030	1,39	0,990	0,510
März	— 0,15	0,049	1,48	1,039	0,544
April	— 0,08	0,044	1,42	1,029	0,537
Mai	— 0,07	0,046	1,42	0,940	0,700
Juni	— 0,07	0,017	1,46	1,025	0,516
Juli	— 0,10	0,013	1,32	0,979	0,496
August	— 0,10	0,040	1,39	1,074	0,557
September	— 0,15	0,018	1,52	0,940	0,479
Oktober	— 0,16	0,031	1,47	1,107	0,569
	— 0,22	1,761	1,58	37,357	19,772
im Mittel		0,049		1,038	0,549

Wie aus vorstehender Zusammenstellung hervorgeht, beträgt die mittlere Flutgröße 0,989 = rd. 1 m. Jedoch erreicht dieselbe bei Springfluten eine durchschnittliche Höhe von 1,60 m, während sie bei tauben Fluten 0,40 m im Mittel beträgt. Der niedrigste Wasserstand in den drei Beobachtungsjahren war — 0,22 m, der höchste + 1,58.

Auf diesen Pegel beziehen sich die hierselbst ausgeführten Höhenmessungen zum Zwecke der Hafenanlage, zu Straßenanlagen und zum Eisenbahnbau. Es wurden in der Nähe des Pegelbrunnens am Strande, wie aus Text-Abb. 8 ersichtlich, drei Festpunkte gesetzt, indem kleine Betonblöcke in die Erde eingelassen wurden, welche oben je einen eisernen Nivellementsbolzen haben. Die Höhe dieser Punkte wurde durch Höhenmessung von der Kontrollskala im Pegelbrunnen bestimmt.

Die Hafenzeit ist seinerzeit von dem Marinebaumeister Mönch auf 1 Uhr 45 Min. angegeben, während sie in einer Seekarte von der Reede von Swakopmund, die nach

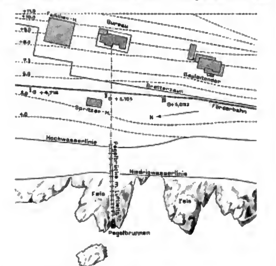


Abb. 8. Lageplan der Nivellementspunkte.

einer Aufnahme S. M. S. „Hyäne" im Juni 1896 hergestellt wurde, auf 3 Uhr 20 Min. bezeichnet ist. Nach einer genauen Aufstellung der dreijährigen Pegelaufzeichnungen ist die mittlere Hafenzeit 2 Uhr 32 Min. Bei 71 vorgenommenen Beobachtungen bewegte sich der Eintritt des Hochwassers am Tage des Voll- oder Neumondes in der Zeit von 1 Uhr 50 Min. bis 3 Uhr 30 Min.

Wassertiefen. Die erste genaue Tiefenmessung am Strande von Swakopmund wurde ausgeführt im Jahre 1895 unter dem Marinebaumeister Mönch. Sie erstreckte sich von der Mündung des Swakopflusses bis etwa 2 km nördlich davon und wurde bis zu einer Entfernung von 1000 m vom Strande vorgenommen. Wie aus Abb. 10 Bl. 25 ersichtlich, sind dem Strande Riffe vorgelagert, die bei niedrigem Wasser zum Vorscheine kommen. Diese Riffe sind nur unterbrochen an der bisherigen Landungsstelle und im jetzigen Hafenbecken. Dicht dahinter zieht sich die 3 m Wasserlinie hin und von da ab fällt aun der Meeresboden ziemlich gleichmäßig in einem Gefälle von ungefähr 1:100.

Die nächsten Peilungen wurden im Mai 1899 ausgeführt. Zu diesem Zwecke wurden am Strande von der Mündung des Swakops aus in einer 2 km langen Linie in je 200 m Entfernung 20 m lange Stangen aufgestellt und im rechtwinkligen, etwa 200 m großen Abstand zu dieser Linie hinter jeder dieser Stangen eine kürzere auf dem höher gelegenen Strande. Während nun in einer durch je eine große und kleine Stange gebildeten Peillinie die Lotungen vorgenommen wurden, waren an diesen Stangen, um sie auch in größerer Entfernung von der See aus kenntlich zu machen, Flaggen gehißt. In dem Peilboot selbst wurde dann mit Peilstangen oder Lot die Tiefe ermittelt und gleichzeitig mit einem Sextanten die Ortsbestimmung vorgenommen. Auch hier wurde die Peilung bis auf 1000 m vom Strande ausgedehnt. Wie auf dem Plane ersichtlich, sind besondere Unterschiede der Tiefenverhältnisse zu der ersten Peilung nicht gefunden worden. Seit der zweiten Peilung wurden regelmäßig alle halbe Jahre die Tiefenmessungen vorgenommen, um etwaige durch den Molenbau entstehende Veränderungen feststellen zu können. Aus diesem Grunde wurden auch in unmittelbarer Nähe der Mole zwischen den Querschnitten VI und VIII (vergl. Abb. 11 Bl. 35) noch Zwischenlinien gepeilt. Die zuletzt im Oktober 1902 ausgeführten Peilungen wurden außerdem noch bis auf 2000 m vom Strande ausgedehnt. Da in dieser Entfernung mit dem Spiegelsextanten nicht mehr beobachtet werden konnte, wurde die Ortsbestimmung mittels Theodolithen vom Lande aus vorgenommen. Durch diese Peilung wurde eine Untiefe entdeckt, welche sich, etwa 1100 m vom Strande entfernt, von dem Querschnitt VI bis zu dem Querschnitt VIII (vergl. Abb. 11 Bl. 35) hinzieht und im Querschnitt VI nur 7 m unter G. N. W. liegt. Auch wurde gefunden, daß von dieser Entfernung ab der Meeresboden ein schwächeres Gefälle hat, wie vorher. Es beträgt ungefähr 1:200.

Die durch den Bau der Mole verursachten, durch die Peilungen festgestellten Veränderungen sind: Sandablagerung an der Südseite der Mole, Auskolkungen des Hafenbeckens und Abbruch des nördlich gelegenen Strandes. Die Sandablagerung auf der Südseite ist soweit vorgeschritten, daß sie von der Mole bis etwa 200 m südlich eine Breite von rd. 120 m erreicht hat, und von da aus nach der jetzigen Landestelle in den alten Strand ausläuft; dieser ist in südlicher Richtung nach wie vor mit einer tiefen Sandschicht bedeckt. An der Molenwurzel in dem Hafenbecken selbst lagert sich zur Zeit der tauben Flut häufig etwas Sand und Seetang ab, was jedoch bei Springflut wieder weggespült wird. An dem Strand nördlich der Mole, an dem früher tiefer Sand lagerte, ist dieser vollständig ausgewaschen, so daß jetzt nur Klippen und Steine sichtbar sind. Es bestand sogar Gefahr der Unterwaschung des Verbindungsgleises von der Mole nach dem Steinbruch, so daß ein weiterer Abbruch des Ufers an der betreffenden Stelle durch Steinschüttung aus dem Steinbruch verhindert werden mußte.

Gestalt der Uferlinie. Zwischen der weitvorspringenden Halbinsel der Walfischbai und der rd. 35 km oberhalb Swakopmunds gelegenen Rockbai bildet die Küste eine sanfte landeinwärts gedrückte Krümmung, die verschiedene Vorsprünge und Einbuchtungen aufweist. Ungefähr in der Mitte dieser Krümmung befindet sich die Reede von Swakopmund, offen gegen die vorherrschenden Südwestwinde. Die Schiffe liegen daselbst in 500 bis 1000 m Entfernung vom Ufer vor Anker bei 8 bis 12 m Wassertiefe. Der Ankergrund besteht aus grobem Sand von hinreichender Mächtigkeit und hat sich bisher stets als gut erwiesen. Die Reede ist frei von Bänken mit Ausnahme einer kleinen Felskuppe von rd. 10 m Durchmesser, die 1000 m vom Ufer entfernt 8 m tief unter N.W. sich befindet und steil abfällt auf 15 m in der Umgebung.

Von den Einbuchtungen der Uferlinie sind besonders zwei hervorzuheben, die ziemlich tief in den felsigen Uferrand einschneiden und daher auch von Anbeginn als Landungsstellen benutzt wurden.

(Schluß folgt.)

Über den wirtschaftlichen Einfluß einer Verzögerung der Schiffahrt durch die Wartezeit an den Schleusen.

Bei verkehrsreichen Kanälen erlangt die Frage über die Verteilung des Verkehrs auf die Schiffahrtszeit und über die Fahrtzeitverluste, welche durch Verkehrsansammlungen vor den Schleusen entstehen, eine besondere Bedeutung. Soweit bekannt, ist eine Untersuchung über die Bestimmung der Fahrtzeitverluste in allgemeiner Form bislang nicht erfolgt. In den nachstehenden Ausführungen soll gezeigt werden, in welcher Weise sich eine Ermittlung der Fahrtverzögerungen an den Schleusen vornehmen läßt und wie dieser Nachweis dazu dienen kann, eine Reihe von Fragen zu beantworten, welche für die wirtschaftliche Begründung baulicher Maßnahmen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Schleusenbetriebs von Wert sind.

Aufstellung der Grundgleichung. Streng genommen erwächst der Schiffahrt stets eine Verzögerung an der Schleuse, wenn ein vor der Schleuse ankommendes Schiff nicht sofort durchgeschleust werden kann. Sammeln sich mehrere Schiffe vor der Schleuse an, d. h. bildet sich ein sogenannter Schleusenrang aus, so nehmen die Fahrtzeitverluste rasch zu. Eine solche Verzögerung würde nur dann nicht eintreten, wenn bei andauerndem (Tag und Nacht) Betriebe die Schiffe stets in einer der Leistungsfähigkeit der Schleusen entsprechenden Zahl und in Zeitabständen gleich der Dauer einer Schleusung vor der Schleuse ankämen. Diese Voraussetzung trifft natürlich niemals völlig zu, und eine gewisse Fahrtverzögerung an den Schleusen wird mithin unvermeidlich sein. Es wird deshalb darauf ankommen, wirtschaftlich schädigende Fahrtverzögerungen von erheblicherer Größe durch geeignete Maßnahmen — Einführung einer verstärkten Betriebsdauer (Tag- und Nachtbetrieb), Abkürzung der Füll- und Entleerungsdauer der Schleusen, Abkürzung der Ein- und Ausfahrtszeit (Spillbetrieb), schließlich Erbauung zweiter Schleusen — zu vermeiden.

Um ein genaues Bild über die Fahrtverzögerungen an den Schleusen zu gewinnen, ist es notwendig, den täglichen Zugang von Schiffen vor der Schleuse zu ermitteln und gleichzeitig die Zahl der Schiffe festzustellen, welche durch die Schleuse während der Betriebszeit durchgeschleust werden. Im allgemeinen wird die Zahl der geschleusten Schiffe aus den an den Schleusen geführten Betriebsbüchern bekannt sein. Zur Feststellung der Zahl der vor der Schleuse angekommenen Schiffe bedarf es der Zählung des Schleusenranges, welcher zu einem bestimmten Zeitpunkte an der Schleuse sich angesammelt hat. Diese Zählung wird z. B. an einzelnen Schleusen der Spree-Oder-Wasserstraße (Oder-Spree-Kanal) seit dem Jahre 1897 ausgeführt. Sind Rangzahl und die Anzahl der geschleusten Schiffe an jedem Betriebstage bekannt, so ergibt sich folgende Grundgleichung:

$$R_n - S_n + Z_n = R_{n+1}.$$

Darin bedeuten:

1. R_n den Schiffsrang, der am $n$ten Tage zu einem bestimmten Zeitpunkt vor der Schleuse liegt.
2. R_{n+1} der am folgenden Betriebstage zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelte Schleusenrang.
3. Z_n den unbekannten Zugang von Schiffen während des $n$ten Betriebstages zwischen den beiden Zeitpunkten, an denen die Schleusenränge ermittelt wurden.
4. S_n die Zahl der während des $n$ten Betriebstages geschleusten Schiffe.

In Worten ausgedrückt besagt die Gleichung, daß die Zahl der am $n$ten Betriebstage im Range liegenden Schiffe vermindert um die Zahl der geschleusten Schiffe, vermehrt um den Zuzug von Schiffen bis zur neuen Zählung des Ranges gleich der neuen Rangzahl der Schiffe sein muß.

Der unbekannte Zuzug an Schiffen während des $n$ten Betriebstages ergibt sich aus der Gleichung:

$$Z_n = R_{n+1} - R_n + S_n.$$

Zeichnerische Darstellung der Fahrtverzögerung. Wenn man den genauen Zeitpunkt kennt, an welchem jedes einzelne Schiff vor der Schleuse oder im Range ankommt, und die Zeiten kennt, an welchen jedes einzelne Schiff die Schleuse verläßt, so ergibt sich das in Abb. 1 gezeichnete Bild. Darin bedeutet z. B. die Linie ab, daß vier Schiffe (Nr. 6 — 9) im Schleppzug vereinigt um 2 Uhr 6 Minuten angekommen sind. Die Linie cd bedeutet, daß die Schiffe Nr. 6 und 7 um 3 Uhr 24 Minuten die Schleuse verlassen haben, mithin ist für diese Schiffe eine Fahrtverzögerung von 1 Stunde und 18 Minuten entstanden. Die schraffierte Fläche in Abb. 1 stellt folglich den Fahrtzeitverlust dar, welchen 13 Schiffe im ganzen erlitten haben. Dieser Fahrtzeitverlust ist in dem gewählten Beispiel sehr gering, es wird aber später nachgewiesen werden, wie außerordentlich erheblich diese Verluste werden können, sobald bei Eintritt einer Verkehrswelle der tägliche Zuzug von Schiffen wesentlich größer als die Zahl der geschleusten Schiffe ist.

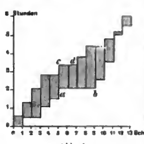


Abb. 1.

Vereinfachung der zeichnerischen Darstellung. Die bis ins einzelne gehende Feststellung der Zeitverluste nach Abb. 1 würde einen sehr erheblichen Zeitaufwand für die nötigen Beobachtungen und für die Berechnung der Zeitverluste erfordern. Es ist deshalb die Annahme zweckmäßig und auch zulässig, daß sowohl die Zahl der geschleusten Schiffe (S_n) als auch der Zuzug der Schiffe (Z_n) gleichmäßig verteilt zwischen den täglichen Betriebszeiten oder zwischen den Zeitpunkten der Rangzählung angenommen wird. Danach ergibt sich das

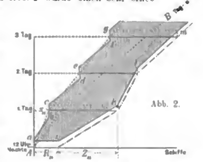


Abb. 2.

in Abb. 2 dargestellte Bild. Durch den Linienzug *abcdefg* werden die geschleusten Schiffe zur Darstellung gebracht. Die Linien *bc*, *de*, *fg* stellen die Unterbrechungen im Schleusenbetrieb dar. Die Linie *ai* bedeutet, daß um 5 Uhr morgens ein Schleusenrang $= R_n$ Schiffe beobachtet ist. Der Linienzug *iklm* stellt den Zuzug von Schiffen an drei Tagen dar. Die schraffierte Fläche der Abbildung bedeutet wie in Abb. 1 den Gesamtverlust an Fahrtzeit. Aus der Abbildung ist fernerhin ersichtlich, welchen wesentlichen Einfluß die Unterbrechung des Betriebes an den Schleusen gehabt hat. Wäre z. B. Tag und Nacht geschleust worden, so würde sich statt des Linienzuges *abcdefg* der Linienzug *AB* ergeben haben und eine wesentliche Ersparnis an Fahrtzeit eingetreten sein. Aus der Abb. 2 ergibt sich ferner, daß es für die Ermittlung der Zeitverluste nicht von Belang ist, die Betriebszeiten der Schleusungen und die Zeitpunkte, an denen der Rang gezählt ist, bei der Verzeichnung der Linienzüge zu benutzen, daß es vielmehr genügt, die zuziehenden und geschleusten Schiffe auf den vollen Betriebstag von 12 Uhr nachts bis 12 Uhr nachts gerechnet gleichmäßig verteilt anzunehmen (vgl. die gestrichelten Linienzüge).

Unter Benutzung dieser zulässigen Annahmen werden nur Fehler zweiter Ordnung bedingt werden, namentlich, sobald es sich um größere Verkehrswellen handelt. Es ergibt sich nunmehr das in Abb. 3 gezeichnete Bild. Darin stellt der Linienzug *Aghidef* die Verkehrszuflußlinie entsprechend den Zugängen Z_n im Zeitraum von sechs Betriebstagen dar, während die Linie *Aabcdef* die Verkehrsabflußlinie, d. h. die Linie bedeutet, welche den durchgeschleusten Schiffen S_n der Zahl und Zeit nach entspricht. Die schraffierten Flächen stellen wie in Abb. 1 und 2 den Verlust an Fahrtzeit dar. Auf der Linie *de* fallen Verkehrs-Zu- und Abflußlinie zusammen, d. h. es sind ebenso viele Schiffe durchgeschleust als zugezogen sind, mithin ist ein Verlust an Fahrtzeit bei Annahme eines gleichförmig verteilten Verkehrs nicht eingetreten.

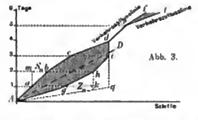


Abb. 3.

Als Kennzeichen für die beiden Linienzüge ist zu beachten, daß die Verkehrsabflußlinie und die Verkehrszuflußlinie sich nur auf einer bestimmten Strecke berühren oder zusammenfallen können, in keinem Falle aber ein Durchschneiden beider Linienzüge stattfinden kann, weil es nicht möglich ist, daß mehr Schiffe geschleust werden als zugeschwommen sind.

Beziehung zwischen den Werten R_n, S_n und Z_n. Durch Verzeichnung der Verkehrs-Zu- und Abflußlinie nach Abb. 2 oder 3 bei bekanntem S_n und Z_n lassen sich die Zeitverluste zwar bequem bestimmen und der Einfluß von Betriebsverbesserungen nachweisen. Die Übersicht über die Zeitverluste für längere Zeiträume z. B. während eines Betriebsjahres ist bei dieser Darstellung jedoch erschwert, weil beide Linienzüge fortdauernd steigen. Die einfachste Berechnung und Darstellung der Zeitverluste ist aber unmittelbar aus der Beziehung zwischen den Werten R_n, S_n und Z_n aus Abb. 3 zu finden. In der Abbildung stellt die Linie *gh* der Zeit nach den Zufluß von Z_n Schiffen dar, die Linie *ab* die in derselben Zeit geschleusten Schiffe $= S_n$; *ag* entspricht den am Beginne des zweiten Tages im Range liegenden Schiffen R_n. Daraus folgt unmittelbar, daß $bh = R_{n+1}$ = der Rangzahl der Schiffe am nächsten Tage, weil $ag + gk - mb = bh$ d. h. $R_n + Z_n - S_n = R_{n+1}$. Mit anderen Worten, die dem Beginn des neuen Betriebstages entsprechenden wagerechten Abstände zwischen Verkehrs-Zu- und Abflußlinie sind gleich den beobachteten Rangzahlen. Der Zeitverlust für die Schiffahrt an einem Betriebstage in Schiffahrtstagen ausgedrückt, ist somit gleich der halben Summe der am Beginn und Schluß des Betriebstages beobachteten Anzahl der im Range liegenden Fahrzeuge.

Nach diesen Ausführungen gestaltet sich die Berechnung der Fahrtverluste außerordentlich einfach. Es ist nämlich nur notwendig, die einzelnen täglich beobachteten Rangzahlen zusammenzuzählen, um den gesamten Fahrtzeitverlust in Schiffahrtstagen zu erhalten.

Darstellung der täglichen Zeitverluste für die Schiffahrt. Die zeichnerische Darstellung ergibt das in Abb. 4 dargestellte Bild für eine größere Verkehrswelle. Die einzelnen Ordinaten stellen die Rangzahlen R_n dar. Die erhaltene Fläche hat dieselbe Größe wie die von der Verkehrszufluß- und Abflußlinie eingeschlossene Fläche. Die Zeitverluste wachsen, sobald R_{n+1} größer als R_n ist und umgekehrt. Die schraffierten Dreiecke *abc* und *def* stellen die Zunahme bezw. Abnahme an Zeitverlust dar.

Abb. 4.

Die Linien *bc* und *df* entsprechen dem Werte $Z_n - S_n$. Für $Z_n = S_n$ wird $R_{n+1} = R_n$.

Die Zeitverluste werden gleich Null, wenn $R_n = 0$ oder wenn in der Gleichung $R_n + Z_n - S_n = R_{n+1}$ der Wert $R_n + Z_n - S_n = 0$.

Darstellung der Zeitverluste für die einzelnen Schiffe. Aus der Fläche Abb. 4 sind die Zeitverluste zu entnehmen, welche der Schiffahrt an jedem einzelnen Tage erwachsen. Es beträgt z. B. der Zeitverlust am *n*ten Tage $\frac{R_n + R_{n+1}}{2}$ Schiffahrtstage.

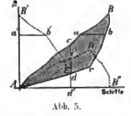


Abb. 5.

Die Fläche in Abb. 3 läßt sich aber auch zur übersichtlichen Darstellung der Zeitverluste benutzen, welche jedes einzelne Schiff erleidet. Werden nämlich wie in Abb. 5 angedeutet die senkrechten Abstände der Verkehrs-Zu- und Abflußlinie *cd* nach *c'd'* übertragen, so ergibt sich die Fläche

ADB'', aus welcher die Zeitverluste für jedes einzelne Schiff sofort zu ersehen sind. Zum Vergleich ist in Abb. 5 auch die Fläche AEB' gezeichnet, welche durch Übertragung der Werte ab nach $a'b'$ entsteht und der Fläche in Abb. 4 entspricht.

Darstellung der jährlichen Fahrtzeitverluste für die Schleusen eines Kanales. Ein übersichtliches Bild der Zeitverluste, welche die Schiffahrt erleidet, erhält man, wenn man auf Millimeterpapier für die einzelnen Schleusen eines Kanales die Schleusenrangzahlen nach Abb. 4 fortlaufend in dem Maßstabe von etwa 3 mm je Tag und 1 mm = 5 Schiffe aufträgt, und zwar für die Schleusungen zu Berg oberhalb der Achse, für die Schleusungen zu Tal unterhalb der Achse (vgl. Abb. 6). Werden dann dieselben Bilder für alle Schleusen untereinander gezeichnet, so erhält man in der Größe der Flächen eine sehr anschauliche Darstellung von den Zeitverlusten in Schiffahrtstagen, welche

Abb. 6.

nach beiden Richtungen des Verkehrs im Verlaufe eines Jahres entstehen. Es ist daraus auch ohne weiteres ersichtlich, wie sich die Verkehrswellen zeitlich nach beiden Richtungen verschieben, da in den Zeitverlustflächen die Verkehrswelle ihren Ausdruck findet.

Die Auftragung der Werte R_n erfordert nur einen geringen Zeitaufwand. Für vier Schleusen der Spree-Oder-Wasserstraße konnten die Schaubilder für vier Jahre nach beiden Verkehrsrichtungen in einem Tage durch zwei Personen aufgetragen werden. Falls man im besonderen Falle das Zu- und Abströmen des Verkehrs noch deutlicher und übersichtlicher darstellen will, wird das Bild durch Eintragung der Werte Z_n und S_n für beide Richtungen in einem passend gewählten Maßstabe zu ergänzen sein. Die Werte S_n sind aus den Betriebsbüchern zu entnehmen, die Werte Z_n aus den beobachteten Rangzahlen nach der Gleichung $Z_n = R_{n+1} - R_n + S_n$ (im Kopfe) zu berechnen.

Verwertung der Zeitverlustflächen für die Bestimmung des Einflusses von Verbesserungen im Schleusenbetrieb. Wie schon erwähnt, sind alle Zeitverluste an den Schleusen im allgemeinen nicht zu vermeiden, da die Durchschleusungen von der Zeitdauer des Schleusenbetriebes, von der Art der Verteilung des Zuzuges an Schiffen und von der Entfernung der Schleusen voneinander abhängen. Falls nicht Tag- und Nachtbetrieb stattfindet, wird meist vor der Schleuse bei Wiederaufnahme des Betriebes ein kleinerer oder größerer Rang liegen, weil in der Nacht die Schiffe auf der freien Kanalstrecke unter günstigen Umständen weiterfahren. Die Aufarbeitung des Ranges im Laufe des Tages wird stets mit einem Zeitverlust für die Schiffahrt verbunden sein, der um so größer wird, je größer der Rang ist. Die Zeitverluste werden sehr bedeutend, wenn der Rang dauernd wächst, also wenn bei einer größeren Verkehrswelle das tägliche Aufarbeiten des Ranges nicht möglich ist. Im allgemeinen werden bereits geringe Verbesserungen im Schleusenbetriebe genügen, um die kleineren Flächen der Zeitverluste nach Abb. 6 zum Verschwinden zu bringen, namentlich sobald Tag- und Nachtbetrieb eingeführt wird. Der Einfluß, welchen eine bestimmte Verbesserung hat, kann am anschaulichsten durch Aufzeichnung der Verkehrs-Zu- und Abflußlinien einer größeren Verkehrswelle nach Abb. 2 oder 3 bestimmt werden. So würde z. B. wie erwähnt die Linie AB in Abb. 2 andeuten, welche Zeitverluste für die Schiffahrt vermieden werden, wenn man Tag- und Nachtbetrieb einführt, also diejenige Größe S für die Verkehrsabflußlinie zugrunde legt, welche dem Tag- und Nachtbetrieb entspricht. Es würde dann der von Linie AB und von der oberen Verkehrsabflußlinie eingeschlossene Flächenstreifen bei der Berechnung der Fahrzeitverluste nicht in Ansatz kommen. Da die Fahrtverluste bei wachsendem R sehr rasch zunehmen, so wird durch Einführung des Tag- und Nachtbetriebes ein wesentlicher Vorteil zu erreichen sein.

Für den Oder-Spree-Kanal, bei dem häufig größere Verkehrswellen eintreten, zeigt ein durchgerechnetes Beispiel, daß schon die Verkürzung der Schleusungszeit an den Sonntagen bei größeren Verkehrswellen einen sehr nachteiligen Einfluß ausüben kann. In gleicher Weise läßt sich der Einfluß einer jeden Verbesserung für bestimmte Verkehrsverhältnisse leicht prüfen. Die Einführung des Spillbetriebs z. B. hat eine wesentliche Steigerung der Leistungsfähigkeit der Schleusen zur Folge. Am Oder-Spree-Kanal ist diese Steigerung auf rd. 30 vH. i. M. bestimmt werden. Je größer die Fahrzeuge sind, desto größer wird der erzielte Zeitgewinn und desto bedeutender der Einfluß des Spillbetriebs auf die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Schleusen bei größeren Verkehrswellen.

Man übersieht ferner, daß eine Verminderung der Füll- und Entleerungszeit der Schleusen für die Aufarbeitung des Ranges von nicht zu bedeutendem Einfluß sein kann, weil der Anteil an Zeitgewinn von der ganzen Schleusung nicht so erheblich wird, wie bei Einführung des Spillbetriebes. Aus dem Grunde erscheint es z. B. unbedenklich, bei Sparschleusen eine etwas größere Füll- und Entleerungsdauer zuzulassen, sobald nur für eine genügend rasche Ein- und Ausfahrt durch Spillbetrieb gesorgt wird.

Das wirksamste und bei häufigeren Verkehrswellen nicht zu umgehende Mittel für die Vermeidung größerer Fahrtzeitverluste an den Schleusen ist natürlich die Erbauung zweiter Schleusen. Der Einfluß, welchen die Erbauung zweiter Schleusen auf die Zeitverluste ausübt, soll in Abb. 3 durch die Linie AD veranschaulicht werden. Der unter der Linie AD liegende Flächenstreifen bedeutet den verbleibenden Zeitverlust für die Schiffahrt. Tritt noch Nacht- und Tagbetrieb, sowie die Anordnung von Spillen hinzu, so verschiebt sich diese Linie zugunsten des Schiffahrtbetriebes unter Veränderung der Flächen des Zeitverlustes noch weiter nach unten hin. Im allgemeinen wird man aus dem Jahresverlustbild nach Abb. 6 sich einige größere Verkehrswellen her-

aussuchen, welche man genauer prüft; fallen hier die Zeitverluste bei Einführung von Betriebsverbesserungen nur noch gering aus, so kann eine Prüfung der anderen kleinen Verkehrswellen unterbleiben.

Sonderfall. Bei der Einmündung von Kanälen in Flüsse, kann es vorkommen, daß bei wachsendem Wasser im Flusse die Schiffahrt, welche sich an einzelnen Stellen im oberen Laufe angesammelt hat, im Zeitraum von wenigen Tagen an die Mündungsschleuse herantritt. Der Zeitverlust für die Schiffahrt wird alsdann ein sehr bedeutender. Falls die Zahl der im Range liegenden Schiffe nur in dem Vorhafen, nicht aber auf dem Fluß selbst beobachtet ist, läßt sich doch auch hier ein ungefähres Bild der Zeitverluste gewinnen, wenn die Zeit bekannt ist, in welcher der gesamte Zuzug der Schiffe erfolgte. Ist z. B. in Abb. 3 der gesamte Zuzug in einem Tage erfolgt, so nimmt die Verkehrszuflußlinie die Form Aqd an und dementsprechend vergrößert sich der Zeitverlust.

Die Untersuchungen über den Einfluß von Betriebsverbesserungen an den Schleusen lassen sich auch in der Zeichnung Abb. 4 vornehmen. Da die Zu- und Abnahme der Zeitverlustfläche durch den Wert $R_{n+1} - R_n = Z_n - S_n$ ausgedrückt wird, so ist von den einzelnen die Rangzahlen darstellenden Ordinaten der Reihe nach nur die durch die Verbesserungen vermehrte Schleusungszahl S_0 abzusetzen, um den Einfluß der Verbesserung nachzuweisen. In Abb. 4 deuten z. B. die wagerecht schraffierten Dreiecke an der Grundlinie die Zeitverlustflächen an, welche nach Einführung einer Verbesserung in der Leistungsfähigkeit der Schleusen $= S_0$ von der ganzen Zeitverlustfläche noch übrig bleiben, dabei ist zu beachten, daß bei Ordinate I — II der Wert S_0 von Punkt I abgesetzt wird, während bei der nächsten Ordinate III — IV das Absetzen von S_0 vom Punkte q erfolgt, welcher durch Ziehen von pq parallel I — III ermittelt ist. Solange q IV $< S_0$, treten keine Zeitverluste für die Schiffahrt ein. Es ist natürlich auch möglich, die Verringerung der Zeitverluste durch Absetzen der entsprechenden Werte auf rechnerischem Wege in den Tabellen vorzunehmen, welche die Schiffsränge enthalten, doch dürfte das zeichnerische Verfahren wegen seiner Übersichtlichkeit unbedingt den Vorzug verdienen.

Bestimmung des wirtschaftlichen Einflusses einer Verbesserung des Schleusenbetriebes. Wenn auch eine vollständige Vermeidung jeder Fahrtverzögerung beim Schleusenbetrieb nicht erreicht werden kann, so kommt es doch jedenfalls darauf an, die Zeitverluste auf ein zulässiges Maß einzuschränken. Eine Verbesserung des Schleusenbetriebes wird schon in Frage kommen, wenn die Kosten der Verbesserung einschl. der Betriebs- und Unterhaltungskosten der Anlagen durch den wirtschaftlichen Gewinn der Schiffahrt ausgeglichen werden. Im allgemeinen wird man beim Bau eines Kanales nicht alle Maßnahmen für die Verbesserung des Betriebes von vornherein, sondern erst dann zur Ausführung bringen, wenn die wachsenden Verkehrsbedürfnisse dies erheischen und der erzielte wirtschaftliche Gewinn in einem angemessenen Verhältnis zu den aufgewendeten Kosten steht. Dies wird auch die Regel bilden, da nur in seltenen Fällen sich bei Erbauung eines Kanales die Entwicklung des Verkehrs und namentlich die Verteilung des Verkehrs in genügend sicherer Weise beurteilen läßt.

Der wirtschaftliche Gewinn der Betriebsverbesserungen findet seinen Ausdruck in der Ersparnis an Schiffahrtskosten. Kennt man die Kosten, die der Schiffahrt auf einem Kanal für den Schiffstag durchschnittlich erwachsen, so lassen sich auf Grund der vorstehenden Ausführungen zahlenmäßig die Summen ermitteln, welche der Schiffahrt durch eine bestimmte Verbesserung an den Schleusen erspart werden. Es könnte namentlich von seiten der Kleinschiffahrt der Einwand erhoben werden, daß bei einer gegebenen Anzahl von Schiffen, die den Verkehr auf einer Wasserstraße zurzeit vermitteln, durch eine bedeutende Zeitersparnis für jede einzelne Fahrt nicht gleichzeitig eine Verminderung der Gesamtkosten bedingt wird, weil bei einer bestimmten Verkehrsgröße die Anzahl der Schiffsgefäße sich den vorhandenen Verkehrsmitteln bereits angepaßt hat und somit wohl die Zahl der Reisen eines einzelnen Schiffes vermehrt werden kann, aber nicht die Gesamtzahl der Reisen selbst, welche zur Abwicklung des Verkehrs nötig sind. Dieser Einwand ist aber nur zum geringsten Teil zutreffend, denn jede Erleichterung der Verkehrsbedingungen wird allmählich eine Verbilligung der Fracht und damit eine Hebung der Verkehrsgröße herbeiführen. Jedenfalls erscheint eine genaue Prüfung der Zeitverluste für die Schiffahrt unerläßlich, sobald es sich darum handelt, Betriebsverbesserungen an der Schleuse einzuführen.

Bestimmung der täglichen Schiffahrtskosten. Um die wirtschaftlichen Vorteile nachzuweisen, welche durch eine Verringerung der Fahrtverzögerung entstehen, müssen die Kosten ermittelt werden, welche auf einer bestimmten Schiffahrtsstraße im Mittel für jeden Schiffahrtstag erwachsen.

Die Jahreskosten für ein Schiff setzen sich zusammen aus den Tilgungskosten für Schiffskörper und Inventar, aus der Verzinsung der Anlagekosten, den Kosten der Bemannung, der Kasko-Versicherung, den Kosten für die Unfallberufsgenossenschaft, Kranken- und Invaliditätsversicherung, Kosten für Inventarergänzung, für Erneuerung und Ausbauten und den Generalkosten. Es ergibt sich, daß die Schiffahrtskosten für Holzfahrzeuge in Kiefernholz mit und ohne Deck und für eiserne Fahrzeuge mit Holzboden mit und ohne Deck nicht wesentlich voneinander abweichen, weil einer leichteren Bauart der Schiffe größere Tilgungskosten und größere Kasko-Versicherung gegenüberstehen. Als Beispiel soll ein Schiff von mittlerer Tragfähigkeit für die Spree-Oder-Wasserstraße gewählt werden. Nach den Angaben einer bedeutenden Reederei-Firma wachsen die Kosten für den Betriebstag für Schiffe von 180 — 500 Tonnen bei 250 Betriebstagen im Jahr etwa von 18 auf 32 ℳ, bei 290 Betriebstagen von 15 auf 27 ℳ i. M. Im allgemeinen wird für die überschlägige Untersuchung eine Annahme von 20 ℳ Schiffskosten für den Tag im Durchschnitt eher zu niedrig als zu hoch gegriffen sein, namentlich, wenn man berücksichtigt, daß zu diesen Kosten noch die Zinsverluste hinzutreten, welche durch die Verzinsung der Ladung entstehen. Bei hochwertigen Gütern, z. B. Getreide, ist dieser Verlust nicht ganz unbedeutend. Sobald aus den Zeitverlustflächen die Zahl der Schiffahrtstage bekannt ist, welche durch die Wartezeit an den Schleusen verloren gehen, läßt sich unter Einführung der mittleren Kosten eines Schiffahrts-

tages ein hinreichend genauer Anhalt für die wirtschaftlichen Verluste gewinnen.

Nachweis der Verluste an einem bestimmten Beispiel. Je ungleichmäßiger der Verkehr sich auf das ganze Jahr verteilt, desto größere Schiffahrtsverzögerungen können eintreten, sobald die Leistungsfähigkeit der Schleusen nicht genügend groß ist. Zur besseren Veranschaulichung soll an dem Beispiel der Spree-Oder-Wasserstraße von Wernsdorf bis Fürstenberg a. d. Oder nachgewiesen werden, welche bedeutenden Verluste die Schiffahrt erleidet, wenn wie hier der Verkehr sehr großen Schwankungen unterworfen ist. An dieser Wasserstraße, dem sogenannten Oder-Spree-Kanal, sind sieben Schleusen, nämlich bei Wernsdorf, Gr.-Tränke, Fürstenwalde und Kersdorf und drei Schleusen bei Fürstenberg vorhanden. Der Verkehr von der Oder nach der Spree ist wesentlich von den Wasserständen der Oder abhängig und tritt im allgemeinen bei günstigen Wasserständen an die Fürstenberger Schleuse in einer Höhe heran, welche die Leistungsfähigkeit der hier vorhandenen einfachen Schleuse bei weitem übersteigt. Auf Grund der früheren Darlegungen ist aus den Tabellen über den Schleusenrang folgende Zusammenstellung der Fahrzeitverluste in Schiffahrtstagen ausgedrückt vorgenommen worden.

Schleuse	1899		1900		1901		1902	
	zur Elbe	von der Elbe	zur Elbe	von der Elbe	zur Elbe	von der Elbe	zur Elbe	von der Elbe
Untere Schleuse Fürstenberg .	7173	508	7366	484	9005	408	13356	315
Obere Schleuse Fürstenberg .	588	4909	563	6334	510	3583	560	7748
Kersdorf . . .	4622	3974	3536	5036	2977	2903	4128	3979
Wernsdorf . .	3286	6252	2867	7167	2762	4306	3912	7074
Summe	15669	15643	14332	19021	15254	11200	21956	19116
	31312		33353		26454		41072	

im Mittel 33048 Schiffahrtstage.

Bei dieser Zusammenstellung sind die Fahrzeitverluste an den Schleusen Gr.-Tränke, Fürstenwalde und der mittleren Schleuse bei Fürstenberg nicht mit aufgenommen worden, weil eine Beobachtung des Ranges, der sich im allgemeinen in mäßigen Grenzen hält, nicht vorlag. Außerdem ist der sehr erhebliche Einfluß nicht berücksichtigt, welcher durch das plötzliche Anwachsen des Verkehrs an der unteren Schleuse bei Fürstenberg dadurch entsteht, daß die Häfen in Fürstenberg für die Aufstellung der Schiffe im Rang nicht ausreichen und somit bei größeren Verkehrswellen sich auch auf der Oder ein riesiger Rang ausbildet, der mitunter die Länge von 14 km erreicht. Die Schiffahrt trifft beim Eintreten solcher Verkehrswellen in etwa 3 bis 4 Tagen, nahezu in geschlossenem Zuge an der Kanalmündung ein, so daß die Wartezeit der am Schluß der Welle angekommenen Schiffe nicht selten 14 Tage beträgt. Leider sind erst in letzter Zeit Aufzeichnungen über den Schiffsrang in der Oder gemacht, während früher nur die Schiffe im Fürstenberger Hafen bis zur Mündung in die Oder gezählt wurden. Infolgedessen sind die in der Tabelle für die untere Schleuse Fürstenberg angegebenen Werte erheblich zu klein angegeben. Ein Vergleich mit Abb. 3 zeigt, daß unter der Annahme eines in wenigen Tagen sich ansammelnden Ranges die Verlustfläche sehr erheblich größer wird. Für eine Verkehrswelle vom Jahre 1899, bei welcher die Zeit bekannt war, in welcher der Hauptverkehr geschlossen vor der Mündung ankam, ergab sich ein etwa dreifach so großer Zeitverlust, als die durch Zusammenzählen der Ränge für den Fürstenberger Hafen ermittelte Summe. Daraus erhellt, daß die Annahme eines Zeitverlustes von rd. 40000 Schiffahrtstagen im Jahre keineswegs zu niedrig gegriffen ist.

In wie einschneidender Weise die Schiffahrt auf der Strecke Wernsdorf—Fürstenberg durch die Rangansammlungen an den Schleusen durchschnittlich verzögert wird, läßt sich überschlägig auch wie folgt nachweisen. Nach den Verkehrszusammenstellungen der Jahre 1899 bis 1901 gehen durch den Kanal nach beiden Richtungen zur Elbe und von der Elbe i. M. 20000 Schiffe. Falls keine Verzögerung durch den Schleusenrang stattfinden würde, könnte jedes Schiff, wenn nur Schleppzüge von vier Anhängen vorausgesetzt werden und für die Schleusung eines Schleppzuges i. M. $2\frac{1}{2}$ Stunde gerechnet wird, die ganze Strecke von Wernsdorf bis Fürstenberg bei einer Geschwindigkeit von höchstens $4\frac{1}{2}$ km/Stunde in rd. 37 Stunden durchfahren. Es entspricht dies einschließlich der Nachtruhe etwa $2\frac{1}{2}$ Tag Fahrtzeit. Es würden also für alle 20000 Schiffe rd. 50000 Schiffahrtstage erforderlich sein. Die berechnete Verzögerung von 40000 Schiffahrtstagen verdoppelt also nahezu die Fahrzeit. Nimmt man für die Tageskosten der Schiffahrt den berechneten Durchschnittssatz von 20 ℳ je Schiff an, so ergibt sich für 40000 Schiffahrtstage der sehr erhebliche Betrag von 800000 ℳ jährlich. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß nur ein Bruchteil dieses Betrages erspart zu werden braucht, um bereits größere Geldaufwendungen für Betriebsverbesserungen wirtschaftlich zu rechtfertigen.

Einführung von Betriebsverbesserungen zur Ermäßigung der Fahrzeitverluste. Durch Aufzeichnung der Zeitverlustflächen für einzelne Verkehrswellen, welche nach der Übersichtsdarstellung Abb. 6 einen besonderen Umfang angenommen haben, und zwar in etwas größerem Maßstabe etwa nach Abb. 3, läßt sich der Einfluß bestimmter Betriebsverbesserungen, wie bereits erörtert, mit hinreichender Genauigkeit nachweisen. Es läßt sich auch eine Entscheidung darüber treffen, mit welchen Maßregeln zuerst vorgegangen werden soll, um eine bestimmte Ermäßigung der Fahrzeitverluste herbeizuführen. Man wird vielleicht unter Umständen vorerst darauf verzichten, die Nachteile der größeren Verkehrswellen ganz zu beseitigen und sich damit begnügen, die häufig wiederkehrenden kleinen Fahrzeitverluste, die in ihrer Gesamtheit jedoch erhebliche Werte darstellen, durch Einführung des Tag- und Nachtbetriebs, durch Abkürzung der Ein- und Ausfahrt der Schiffe (Spillbetrieb) zu verringern. Handelt es sich um solche täglich wiederkehrenden, verhältnismäßig kleinen Fahrzeitverluste, welche sich durch Ansammlung einer geringeren Anzahl von Schiffen bei Beginn des Schleusenbetriebs äußern, so wird es sich empfehlen, den Zufluß an Schiffen durch mehrmaliges Zählen des Ranges an verschiedenen Betriebstagen genau zu bestimmen, um festzustellen, ob der Zufluß an Schiffen auch während der Nachtzeit und in welchem Umfange erfolgt und

ob schon durch eine Vermehrung der Betriebszeit oder durch Einführung des vollen Tag- und Nachtbetriebs Abhilfe zu schaffen ist. Bei größeren und häufiger einsetzenden Verkehrswellen wird im allgemeinen nur durch Einführung des vollen Tag- und Nachtbetriebs in Verbindung mit Spillbetrieb und schließlich durch Erbauung zweiter Schleusen eine genügende Abhilfe möglich sein.

In allen Fällen wird es aber zweckmäßig sein, nach den vorstehenden Ausführungen die Fahrtzeitverluste für einen größeren Zeitraum festzustellen und zu ermitteln, ob die für die Verbesserung des Schleusenbetriebs verwendeten Kosten in der Zeitersparnis für die Schiffahrt einen hinreichenden Ausgleich finden. Wenn auch durch einen verbesserten Betrieb ein größerer Anreiz für die Entwicklung des Schiffahrtsverkehrs gegeben wird und dadurch eine bessere Verzinsung des Anlagekapitals erreicht werden kann, so wird sich doch im allgemeinen die Einführung von kostspieligen Verbesserungen nur dann empfehlen, wenn die Ersparnis an Schiffahrtskosten mit Sicherheit mindestens so groß wird als die Kosten, welche durch die Einführung der Betriebsverbesserungen entstehen.

An dem Beispiel der Spree-Oder-Wasserstraße ist der Einfluß genauer geprüft worden, welchen die Erbauung zweiter Schleusen auf die Verringerung der Fahrtzeitverluste haben würde. Es ist dabei festgestellt, daß nur bei sehr großen Verkehrswellen ein geringerer Bruchteil der in der Tabelle ermittelten Zeitverluste übrig bleiben würde. Nimmt man in sehr ungünstiger Weise an, daß nur die Hälfte der vorhin berechneten Fahrtzeitverluste, also nur etwa 20000 Schiffahrtstage, durch die Erbauung zweiter Schleusen tatsächlich in Wegfall kämen, so würde sich doch bereits ein Gewinn für die Schiffahrt von etwa 400000 ℳ jährlich ergeben.

Erhöhung der Schiffahrtsabgaben. Es dürfte grundsätzlich nichts dagegen einzuwenden sein, daß bei weitgehenden Verbesserungen des Schiffahrtsbetriebs auch eine entsprechende Erhöhung der Abgaben zulässig ist, so daß die Kosten der Betriebsverbesserungen in einem von der wirtschaftlichen Lage der Schiffahrt abhängigen Grade Deckung finden. Die Frage, wie hoch bei derartigen Verbesserungen die Abgabensätze zu erhöhen sein werden, kann allerdings nur von Fall zu Fall auf Grund besonderer Untersuchungen beantwortet werden. Bei dem vorhin erwähnten Beispiel der Spree-Oder-Wasserstraße wäre die Deckung der ganzen Kosten für die Betriebsverbesserungen rechnungsmäßig möglich, wobei der Schiffahrt immer noch ein hinreichend großer Vorteil verbliebe. Ob die wirtschaftliche Lage der Schiffahrt eine solche Belastung vertragen würde, müßte allerdings nach dem oben Gesagten einer genaueren Prüfung vorbehalten werden.

Kanäle mit ungleichmäßiger Verkehrsgröße an den einzelnen Schleusen. Bei Kanälen, welche fast ausschließlich dem Durchgangsverkehr dienen und durch eine anschließende Wasserstraße zwischen den beiden Endpunkten keinen Verkehrszuwachs erfahren, wird die jährliche Verkehrsgröße an den einzelnen Schleusen nahezu dieselbe sein. In diesem Falle wird eine Betriebsverbesserung an den beiden Endschleusen im allgemeinen dieselbe Betriebsverbesserung an den Zwischenschleusen bedingen. Bei Kanälen dagegen, deren Verkehr durch Zugangsverkehr an den einzelnen Schleusen verschieden ist, werden die Betriebsverbesserungen mit Rücksicht auf die verschiedene Verkehrsgröße zu bestimmen sein.

Schlußbemerkungen. Aus den vorstehenden Darlegungen kann der Schluß gezogen werden, daß es sich unbedingt empfiehlt, bei Kanälen, welche Verkehrsansammlungen an den Schleusen zeigen, namentlich aber an solchen Kanälen, deren jährlicher Verkehr wächst, rechtzeitig genaue Aufzeichnungen über den Schleusenrang vorzunehmen, um den Einfluß der Fahrtverzögerungen für die Schiffahrt durch die Wartezeit an den Schleusen mit hinreichender Sicherheit bestimmen zu können.

Es ist dann in sehr einfacher Weise möglich, auf Grund der vorstehenden Untersuchungen ein genügend sicheres Urteil über die wirtschaftliche Notwendigkeit der einzuführenden Verbesserungen zu gewinnen und auch den Zeitpunkt für diese Ausführungen und die Reihenfolge der einzelnen Maßnahmen in ausreichender Weise zu prüfen.

Fürstenwalde, Dezember 1902.

Gröhe, Regierungs- und Baurat.

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.



HERAUSGEGEBEN
IM
MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

BEGUTACHTUNGS-AUSSCHUSZ:

A. KELLER, GEHEIMER OBER-BAURAT. | Dr.-Ing. DR. H. ZIMMERMANN, GEHEIMER OBER-BAURAT. | O. HOSSFELD, GEHEIMER OBER-BAURAT.

SCHRIFTLEITER.

OTTO SARRAZIN UND FRIEDRICH SCHULTZE.

JAHRGANG LIV. 1904. HEFT VII BIS IX.

INHALT:

Für den Buchbinder.

Beim Einbinden des Jahrgangs sind die „Statistischen Nachweisungen“ aus den einzelnen Heften herauszunehmen und — in sich entsprechend geordnet — vor dem Inhaltsverzeichnis des Jahrgangs dem Übrigen anzufügen.

BERLIN 1904.
VERLAG VON WILHELM ERNST u. SOHN
GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.
WILHELMSTRASSE 90.

In diesem Hefte befinden sich folgende Beilagen:

Camera-Großvertrieb „Union", Hugo Stöckig & Co., Dresden-A. 16, betr.: Die Camera der Zukunft. Photographische Apparate „Union" mit und ohne Ausrüstung. Goerz' Triëder-Binocle. [19.]

Allut Noodt & Meyer, G. m. b. H., **Berlin W 30,** Nollendorfstr. 13, betr.: Ruberoid contra Dachpappe. Zeugnisse über die Vorzüge des Ruberoid gegenüber Dachpappe. [20.]

Hans Herzfeld, Ingenieur, **Halle a. S.,** Kl. Ulrichstr. 18, betr.: Neue Rundmantel-Laterne mit Drehschieber, gußeisernem Dach, Steingutreflektor und verzinkten Schmiedeteilen, Modell 1903, D. G.-M. 166 018. [21.]

Lubinus, Stein & Co., Spezialfabrik für gesundheitstechnische Anlagen, **Kattowitz O./S.,** betr.: Ventilator „Triumph", getrieben durch Federkraft, patentiert in den meisten Kulturstaaten. [22.]

Amandus Strenge, Hamburg 30, betr.: Strenges Förderrinnen zum Transport fast aller Materialien. Gurt- und Ketten-Elevatoren, Transmissionen. [23.]

Prinz & Co., G. m. b. H., **Ohligs (Rhld.),** betr.: „Prinzco" Treppenvorstoßschienen für Kunststein-, Beton- und Terrazzo-Treppenstufen aus Prinzco-Metall, Profil Nr. 51. [24.]

R. Wolf, Maschinenfabrik und Kesselschmiede, **Magdeburg-Buckau,** betr.: Wolf'sche Lokomobilen gegen Sauggas-Anlagen, **Erwiderung.** [25.]

JAHRGANG LIV. 1904. HEFT VII BIS IX.

Das neue Dienstgebäude der Königlichen Seehandlungssozietät in Berlin.

Vom Geheimen Ober-Baurat Kieschke.

(Mit Abbildungen auf Blatt 36 bis 41 im Atlas.)

Der große wirtschaftliche Aufschwung der letzten Jahrzehnte, durch den der gesamte Geld- und Bankverkehr eine gewaltige Steigerung erfuhr, hatte auch für die Seehandlung eine bedeutende Vermehrung aller Geschäfte zur Folge, so daß es nicht mehr möglich war, mit den bescheidenen Räumen des alten Hauses am Gendarmenmarkt auszukommen. Alle Versuche, das alte, architektonisch bedeutsame Bauwerk durch einen Umbau und einen Erweiterungsbau, unter Hinzunahme des inzwischen von der Seehandlung angekauften Nachbargrundstückes der Jägerstraße 22 passend zu machen und zu vergrößern, erwiesen sich als unzulänglich. Die Finanzverwaltung entschloß sich daher, das alte Gebäude abzureißen und an seiner Stelle, auf dem für eine Bank hervorragend gut gelegenen, überaus wertvollen Platze einen Neubau zu errichten, der allen Anforderungen an ein modernes Bankgebäude gerecht werden und zugleich — in Erwartung einer weiteren Steigerung des Geschäftsverkehrs — erheblich größere Räume vorsehen sollte. — Über die Baugeschichte des alten Gebäudes und über die Begründung und geschichtliche Entwicklung der Seehandlungssozietät ist im Jahrgang 1902 S. 355 u. f. der Zeitschrift für Bauwesen bereits eine erschöpfende Darstellung gegeben worden.

Abb. 1. Haupteingang an der Markgrafenstraße.

Über den Geschäftsverkehr, wie er sich heute in der Seehandlung abspielt, mag folgendes bemerkt werden. Die Königliche Seehandlungssozietät besorgt in erster Linie die Geldgeschäfte des Preußischen Staates, d. h. sie sorgt für zinsbare Belegung zeitweilig verfügbarer Gelder und vermittelt die Unterbringung preußischer Staatsanleihen, übernimmt die finanzielle Mitwirkung bei Begründung von Rentengütern und anderes mehr. In zweiter Linie besorgt sie auch alle Geldgeschäfte für das große Publikum, bestehend im An- und Verkauf von Wertpapieren, ausländischen Noten und Geldsorten, Ankauf und Ausstellung von Schecken und Wechseln, Verzinsung von Gelddepositen aller Art, Aufbewahrung und Verwaltung von Wertpapieren usw. in offenen Depots und die Aufbewahrung von verschlossenen Depots in vermieteten eisernen Schrankfächern, Aufbewahrung und Verwaltung von Mündelgeldern, Ausstellung von Kreditbriefen, Lombarddarlehen usw. Für alle diese von der Seehandlung übernommenen Geschäfte und die daraus hervorgehenden Verpflichtungen leistet der Preußische Staat nach den gesetzlichen Bestimmungen Gewähr. Die Erledigung der Geschäfte erfolgt unter Leitung der Generaldirektion durch die Hauptbuchhalterei und die Hauptkasse. Der ersteren liegt neben der

eigentlichen Buchhaltung auch der schriftliche Verkehr ob, letztere besorgt die gesamten Kassengeschäfte, vermittelt den Verkehr mit dem Publikum und hat die Verwahrung und Verwaltung der hinterlegten Wertgegenstände in offenen und verschlossenen Depots unter sich.

Für die Bedürfnisse dieses Verkehrs, der von Jahr zu Jahr an Ausdehnung zunimmt, war durch den Neubau in geeigneter Weise Sorge zu tragen. Diese Aufgabe ist in folgender Weise gelöst. Da das Nachbargrundstück Jägerstraße 22 von der Seehandlung angekauft war, konnten die beiden Grundstücke für die Bebauung zusammengelegt werden. So war es möglich, das Eckgrundstück in vorteilhaftester Weise auszunutzen. Die Gesamtfläche beträgt 1847 qm, von denen einschließlich des 305 qm großen Kassenhofes 1563,7 qm bebaut sind; die 269 qm große unbebaute Fläche ist mit der des Nachbargrundstückes zu einem Gartenhofe zusammengefaßt worden.

Der Neubau hat zwei Eingänge erhalten. Der in der Markgrafenstraße belegene (Text-Abb. 1 u. Bl. 39) ist für den Geschäftsverkehr bestimmt, der in der Jägerstraße, zugleich Durchfahrt nach dem Garten, bildet den Zugang für die Beamten und zu den Dienstwohnungen. Der Gebäudeflügel an der Jägerstraße ist ist unterkellert (vgl. Abb. 1 u. 3 Bl. 40). Hier sind die Räume für die Zentralheizung und die Keller für Dienst- und Wirtschaftszwecke untergebracht. Ihre Höhe ist mit 2,40 m von Oberkante Fußboden des Kellergeschosses bis Oberkante Fußboden des Sockelgeschosses bemessen. Für den Heizraum konnte durch Höherlegung des Fußbodens im Treppenhause dieses Maß auf 3,35 m erhöht werden. Das 3,50 m hohe Sockelgeschoß (Abb. 4 Bl. 38) enthält in dem Flügel an der Jägerstraße drei Wohnungen für Unterbeamte. Ferner ist hier der größte Teil der Tresore mit 447 qm nutzbarer Grundfläche untergebracht. Die nördliche Hälfte ist für den Gebrauch des Publikums zur Unterbringung von Wertsachen in Schrankfächern und besonders abgeschlossenen Räumen eingerichtet. Der Zugang zu diesen Räumen erfolgt von dem an der Markgrafenstraße gelegenen Eingangsflur, der von dem anstoßenden Pförtnerzimmer aus ständig überwacht wird. Von hier aus gelangt man zu dem mit Schreibtischen und Einzelzellen ausgestatteten Geschäftsraume für das Publikum, dem sich zwei Arbeitsräume für Kassenbeamte, die mit dem Kassenraum im Erdgeschoß durch eine kleine eiserne Treppe unmittelbar verbunden sind, anschließen. Die südliche Hälfte des Tresors ist ausschließlich den für die Verwaltung der dort aufbewahrten Depots und Effekten bestimmten Beamten zugänglich und durch eine Treppe mit dem Tagestresor im Erdgeschoß und der Kasse in Verbindung gebracht.

Die saalartigen Räume des 5,20 m hohen Erdgeschosses gruppieren sich um den 10,40 m breiten und 29 m langen, durch Oberlicht beleuchteten Kassenhof (Abb. 5 Bl. 38), der für das Publikum vom Eingangsflur in der Markgrafenstraße durch einen Vorraum, in dem auch die Haupttreppe zum ersten Stockwerk liegt, zugänglich ist. Der Verkehr zwischen Publikum und Beamten vollzieht sich an zwölf Schalteröffnungen, die durch breite Zahltische gegen den Kassenhof abgeschlossen sind. Vier Türen in den Ecken dienen dem Verkehr der Beamten. Auf der südlichen Ecke neben dem Platze des Vorstehers der Kasse liegt der Zugang zu dem unteren Tresor und dem im Erdgeschoß befindlichen Tagestresor, der zur zeitweiligen Unterbringung der gerade im Verkehr befindlichen Effekten dient. Die Bogenstellungen der Nordseite des Hofes sind durch Glaswände geschlossen, da die hier liegenden Räume der Kanzlei, Buchhalterei und des Revisors unmittelbaren Verkehr mit dem Publikum nicht haben. Die Beamten erreichen von der Jägerstraße her auf einer besonderen Treppe die über der Durchfahrt in halber Stockwerkshöhe liegende Kleiderablage, und von dieser über eine Verbindungstreppe ihre Arbeitsplätze im Erdgeschoß und ersten Stockwerk.



Abb. 2. Kassenhof.

Im 4,70 m hohen ersten Stockwerk (Abb. 2 Bl. 38) mündet die oben erwähnte Hauptdiensttreppe in einem durch hohes Seitenlicht erhellten Vorraum. An einem von hier ausgehenden Flur liegen an der Markgrafenstraße die Räume für die Generaldirektion, ein 66 qm großer Sitzungssaal, die Arbeitszimmer für den Präsidenten und zwei Mitglieder und das Präsidialbureau. Nach der Jägerstraße schließen sich ausgedehnte Räume für die Buchhalterei mit Zimmern für einen Seehandlungsrat und einen Assessor an. Zwischen Hof und Kassenhof liegt die zweiseitig beleuchtete Registratur und Bücherei mit 113 qm Repositorienfläche. Sprechzimmer, Dienerzimmer und Abort sind an geeigneten Stellen zwischen diesen Abteilungen untergebracht.

Das zweite Stockwerk (Abb. 3 Bl. 38) wird von den Dienstwohnungen für den Präsidenten und den Rendanten eingenommen. Die Höhe beträgt in den an den Straßenfronten liegenden Räumen 4,50 m, an den Hoffronten 4 m. Die Haupttreppe zur Wohnung des Präsidenten und die Wirtschaftstreppe sind von der Durchfahrt in der Jägerstraße her zugänglich. Da die Wohnung rund 13 m über der Straße liegt, wurde die Anlage eines Personenaufzuges notwendig, der zwischen die Läufe der Haupttreppe eingebaut ist. Vom Treppenhause aus betritt man einen

geräumigen Vorflur, der das Verbindungsglied zwischen den drei Hauptteilen der Wohnung, den am Hofe gelegenen Schlafzimmern, den Wirtschaftsräumen an der Jägerstraße und den Wohn- und Gesellschaftsräumen bildet. Als besondere Verbindung von den Schlafzimmern zu den Wirtschaftsräumen dient ein in Eisen konstruierter, verglaster Verbindungsgang in der Ecke des Hofes. Wohn- und Gesellschaftsräume gruppieren sich um eine nach dem Kassenhofe gelegene behaglich ausgebildete Diele, die durch eine kleine ausschließlich für den Wohnungsinhaber bestimmte Treppe mit den Diensträumen des ersten Stockwerkes in Verbindung steht. Von dieser Diele aus sind das Speisezimmer, die Zimmer des Herrn und der Dame und das Empfangszimmer unmittelbar zu erreichen. Das letztere bildet den Zugang zu dem 8,68 · 11 m großen und 4,70 m im Lichten hohen Festsaal, dem sich einige kleinere Nebenräume angliedern, deren Anordnung durch die entfernte Lage des Saales von den Wirtschaftsräumen bedingt war.

Die aus sechs Zimmern mit dem erforderlichen Zubehör bestehende Rendantenwohnung ist ebenfalls im zweiten Stockwerk untergebracht und von einer besonderen auf den Hof ausmündenden Nebentreppe zu erreichen. Das Dachgeschoß ist teilweise ausgebaut. Über den Schlafzimmern der Präsidentenwohnung befinden sich, durch eine Nebentreppe mit den unteren Räumen verbunden, einige Fremdenzimmer, ferner Waschküche, Mädchen- und Plättstube. Über der Rendantenwohnung ist noch eine Wohnung für einen Kanzleidiener und eine Waschküche für die im Hause wohnenden Beamten angelegt. Im übrigen ist der Dachboden für wirtschaftliche Zwecke als Wäsch- und Trockenboden und zur Unterbringung zurückgestellter Akten ausgenutzt.



Abb. 3. Teil der Ecke am Gendarmenmarkt mit dem Merkur vom Bildhauer Stephan Walter.

Für die Gestaltung der Fassaden (vgl. Bl. 36, 37 u. Abb. 1 Bl. 38 waren zwei Gesichtspunkte maßgebend. Erstens die für den Geschäftsverkehr des Hauses und die für Wohnzwecke bestimmten Räume nach außen in klarer Weise zum Ausdruck zu bringen, und dann die äußere Erscheinung des Baues sowohl der eigenartigen Schönheit des Platzes, an dem er liegt, als auch den geschichtlichen Überlieferungen des Hauses in bezeichnender Weise anzupassen. Für letzteren Zweck erschien eine Formenbehandlung, die an die friederizianischen Bauten anknüpfte und einzelne Motive des alten Baues an passender Stelle neu zu gestalten suchte, besonders geeignet. Über dem durchschnittlich 3 m hohen Sockelgeschoß in kräftiger Rustikabehandlung sind die beiden oberen Geschosse, in denen sich die Diensträume befinden, mit durchgehenden, lisenenartigen Gliederungen zusammengefaßt. Breite, hohe Fensteröffnungen lassen das Tageslicht in reichlicher Fülle einströmen. Der Abschluß dieser beiden Stockwerke wird durch ein kräftiges Gesims, das an den Lisenen durch Konsolen unterstützt und durch Kartuschen bekrönt wird, gebildet.

Das darüber befindliche Geschoß, in dem sich die Wohnungen befinden, ist in seinen Architekturteilen zurückhaltender behandelt worden. Die Maße der Fenster sind auf diejenigen stattlicher Wohnhausbauten eingeschränkt.

Die Ecken sind durch Risalite, die mit kräftig geschwungenen Giebeln abgeschlossen sind, und durch reichere ornamentale Behandlung der Architekturteile durch alle Stockwerke besonders betont. Sie bilden zu dem ruhigen Rythmus der Rücklagen einen wirkungsvollen Gegensatz.

Charakteristischen Schmuck haben die Fassaden durch einige bedeutsame Bildwerke erhalten. Für die in Bronze aus-

zuführende Eckfigur, die in bezeichnender Weise die Tätigkeit der Seehandlung darstellen sollte, war ein engerer Wettbewerb zwischen den Berliner Bildhauern Prof. Janensch, Petri, Otto Beyer und Stephan Walter ausgeschrieben, aus welchem der letztere als Sieger hervorging. Nach seinem Modell erhebt sich nunmehr an der Ecke der Markgrafen- und Jägerstraße auf einem schiffschnabelartigen Unterbau die von Martin u. Piltzing in Berlin gegossene, vortrefflich gelungene Figur eines jugendlichen Merkurs, der mit dem Stab in der Rechten und einer Segelstange auf der linken Schulter dem Handel als Führer den Weg weist (Text-Abb. 3). Die Mittelachse der Front in der Markgrafenstraße schmücken bronzene Kartuschen mit Flachbildern König Friedrichs II. als des Begründers und Wilhelms II. als des Wiedererbauers der Seehandlung, zwischen denen eine Bronzetafel das Sinnbild der Seehandlung, ein mit geschwellten Segeln einherziehendes Schiff, zeigt. Auch hierfür hat die Modelle der Bildhauer Stephan Walter gefertigt.



Abb. 4. Haupttreppenflur mit Einblick in den Kassensaal.

Entsprechend der Stilfassung des Gebäudes wurde auf die architektonische Wirkung der Dächer besonderer Wert gelegt. Sie sind als Mansardendächer gebaut und mit Falzziegeln nach Art der Mönch- und Nonnendeckung eingedeckt, die Dachflächen werden durch reicher ausgebildete Fenster in Kupferbekleidung belebt und der langgestreckte Dachfirst an der Markgrafenstraße durch einen zierlichen Dachreiter in Kupferverkleidung, über dem ein Schiff mit gespannten Segeln als Wetterfahne sich dreht, unterbrochen. Die Dachstühle sind in Kiefernholz, in dem Flügel an der Markgrafenstraße teilweise aus Schmiedeeisen konstruiert. Die vorgehängten Dachrinnen und Abfallrohre sind in Kupfer hergestellt.

An den Hoffronten haben Bauteile, die bei dem Abbruch des alten Seehandlungsgebäudes gut erhalten blieben, wieder Verwendung gefunden, sie sind unter Benutzung von Motiven der alten Straßenfront in der Jägerstraße zusammengestellt worden; außerdem sind Gitter, Schlußsteine, Kapitelle usw. an passender Stelle eingebaut worden (Text-Abb. 5). Die durchgehenden Gesimse und einzelne Architekturteile dieser Front sind in schlesischem Sandstein ausgeführt, das übrige in hydraulischem Kalkmörtel geputzt worden.

Die Modelle der Architekturteile wurden von der Bildhauerfirma Stracke, Meuter u. Wollstädter in Berlin gefertigt. Die Werksteinarbeiten aller Fronten sind durch die Firma P. Wimmel u. Ko. in Rackwitzer und Warthauer Sandstein ausgeführt worden. Die Ausführung der Maurerarbeiten einschließlich Lieferung aller Baustoffe wurde für Grundmauern und Kellergeschoß der Firma Wendel u. Reinicke, für den übrigen Bau der Firma Wittling u. Güldner, beide in Berlin, übertragen.

Für die Fundamente kam ein Kiesbeton im Verhältnis 1 : 10 zur Verwendung. Das aufgehende Mauerwerk ist in Eberswalder Hintermauerungssteinen und Klinkern ausgeführt. Die schwächeren Trennungswände sind in den unteren Geschossen in rheinischen Schwemmsteinen, in den oberen Geschossen nach der Prüßschen Bauweise aus porösen Steinen hergestellt. Drahtputzwände haben nur in untergeordneten Räumen und im Dachgeschoß Verwendung gefunden. Die Decken über dem Keller- und Sockelgeschoß sind als preußische Kappen in porösen Steinen, über dem Erdgeschoß und einigen Räumen des ersten Stockwerks als Monierdecken mit 3,75 m Spannweite, in den übrigen Räumen als Kleinesche Decken ausgeführt. Wo die Deckenteilungen reicher ausgebildet werden sollten, sind, um das Durchscheinen der Träger zu verhüten, unter die Kleineschen Decken wagerechte Drahtputzdecken gespannt worden, an denen die Stuckteile teils angetragen, teils in Leimformen angedrückt sind.

Die Fußböden der Diensträume haben durchweg Linoleumbelag auf Zementestrich erhalten. Der Zementestrich ist auf Schlackenbeton aufgebracht und zur Erhöhung der Schalldichtigkeit über den Monierdecken eine 5 cm starke Sandschüttung eingelegt. Im Sockelgeschoß wurde zum Schutze gegen Bodenfeuchtigkeit und im ersten Stockwerk zur Schalldämpfung eine Korkplattenschicht unter dem Linoleum verlegt. Für den erstgenannten Zweck hat auch eine Unterlage von Siderosteer Anwendung gefunden und sich gut bewährt. Dielenfußböden auf Lagerhölzern sind in den Wohnräumen des Sockelgeschosses, Parkettböden in den Wohn- und Gesellschaftsräumen der Präsidentenwohnung verlegt, die übrigen Wohn- und Schlafräume, Flure usw. haben Linoleumbelag, die Küchen, Aborte, Badezimmer Fliesen, die Waschküchen Asphaltbelag erhalten.

Die geschwungene Treppe im Haupteingangsflur (Text-Abb. 8) an der Markgrafenstraße ist in teils poliertem, teils gestocktem Syenit hergestellt. Die Haupttreppe nach dem ersten Stockwerk und die Haupttreppe zur Präsidentenwoh-

nung sind in Monierbauweise zwischen vorgestreckten I-Trägern mit Wangen aus [-Eisen und Betonstufen ausgeführt. Die erstere hat eine Verkleidung von nassauischem Marmor, die letztere von Eichenholz erhalten. Die Nebentreppen sind aus Kunststein mit Linoleumbelag, die kleineren Zwischentreppen in Granit oder Eisenkonstruktion mit Holzbelag durchgebildet.

Besondere bauliche Sorgfalt ist auf die Sicherung der Tresore verwendet worden. An den Nachbargrenzen sind bereits in die Bankette gedrehte Stahlschienen, mit denen sich der Beton besonders fest verbindet, eingelegt. Die Bankette sind so tief herabgeführt, daß ein Unterfahren derselben ausgeschlossen ist. Den Fußboden bildet eine 70 cm starke Betonplatte, in die ein Netz von gehärteten Stahlschienen eingelegt ist. Die Umfassungswände sind 77 cm stark in bestem Klinkermauerwerk und reinem Zementmörtel aufgeführt; in jede Schicht ist eine Schiene aus chemisch gehärtetem Stahl eingelegt, die bei dem Tagestresor im Erdgeschoß, der etwas schwächere Umfassungswände zeigt, verdoppelt ist. Die Decke ist aus dicht aneinandergelegten I-Trägern N.-Pr. 17, deren Zwischenräume mit Beton ausgefüllt sind, gebildet. Darüber liegt eine 50 cm starke Betondecke. Die Zugänge zu den Tresoren werden durch starke Panzertüren bester Bauart sowie durch gepanzerte Rahmen abgeschlossen.



Abb. 5. Blick in den Hof mit Architekturteilen vom alten Bau.

Sowohl der große Haupttresor als auch der für das Publikum bestimmte Tresor sind durch je zwei Panzertüren abgeschlossen, so daß der Zugang zu jedem Raum auch dann möglich ist, wenn einmal durch irgend eine Störung des Verschlusses oder ein Versacken eine Tür nicht gleich geöffnet werden könnte. Die Türen können nur mit Benutzung zweier Schlüssel, die sich in den Händen verschiedener Beamten befinden, geöffnet werden. In dem Tresor für das Publikum sind Stahlpanzerschränke mit Schrankfächern verschiedener Größe zur Vermietung für geschlossene Depots aufgestellt. Der Banktresor ist mit der Kasse durch einen Aufzug für Wertpapiere verbunden, der ebenfalls durch eine Panzertür und Panzerungen gesichert ist. Der Tagestresor im Erdgeschoß ist nach außen durch Gitter und Fensterläden stärkster Konstruktion gesichert. Außerhalb der Dienststunden werden die Tresore durch Wächter, die imstande sind, auf ihren Kontrollgängen durch an verschiedenen Stellen angebrachte Lärmzeichen alle Bewohner des Hauses sofort zu benachrichtigen, überwacht.

Die architektonische Ausstattung der einzelnen Räume erfolgte nach Maßgabe ihrer Bedeutung für den Verkehr des Hauses. So ist für die Eingangshalle an der Markgrafenstraße, das zunächst den ganzen Verkehr des Publikums aufzunehmen hat, durch Verwendung von nassauischem Marmor für die Treppengeländer und Wandbekleidungen, getriebene Bronzefüllungen, die in die Geländer eingelassen sind, angetragene Stuckornamente an Wand und Decke eine reichere Wirkung erstrebt worden (Text-Abb. 8). Der Vorraum im Erdgeschoß ist einfacher gehalten und durch Pfeiler und Säulen in Cottaer Stein gegliedert. Eine reichere Ausbildung in Bronze hat das Geländer der Haupttreppe erhalten. Das Auge des Besuchers wird hier sofort durch den Einblick in den großen Kassenhof, den Hauptraum des Hauses, gefesselt (Text-Abb. 4). Der langgestreckte, hallenartige Raum ist durch Pfeiler- und Bogenstellungen in Cottaer Stein umschlossen (Text-Abb. 2 und Abb. 2 Bl. 40); darüber spannt sich eine fein gegliederte Deckenvoute mit einem leichtgeschwungenen Oberlicht, das durch Friese in Schnittverglasung und zarten Farbentönen belebt ist.

Die Türen, Kassentische und Möbel des Raumes sind in rötlich gebeiztem Eichenholz ausgeführt. Der Fußboden ist mit genarbten Fliesen belegt. Von der Voutenumrahmung hängen sechs Bogenlampen in reicher Bronzefassung herab, die Zahltische werden durch Bronzewandarme, die an den Pfeilern angebracht sind, beleuchtet. Über den Türen in den vier Ecken sind Bronzefüllungen nach Modellen des Bildhauers Otto Beyer in Berlin eingesetzt, in denen der Einfluß

der Seehandlung auf die Entwicklung von Handel und Industrie dargestellt wird. Die Modelle der ornamentalen Teile des Hofes lieferte der Bildhauer Otto Richter in Berlin, die Ausführung in Cottaer Sandstein wurde durch die Firma Förster in Riesa bewirkt.

Im ersten Stockwerk wurden die Dienstzimmer des Präsidenten und der Mitglieder der Generaldirektion durch Stuckdecken nach Modellen des Bildhauers R. Schirmer in Berlin und durch Eichenholztüren, die zum schallsicheren Abschluß verdoppelt und auf der Innenseite mit Fries bespannt sind, reicher ausgestattet. Ebenso der Sitzungssaal, in dem Paneele und Türen in dunklem, rötlichem Nußbaumholz ausgeführt sind, um für die Möbel, die aus der alten Seehandlung übernommen wurden, einen passenden Rahmen zu gewähren (Abb. 2 Bl. 41). Alle diese Räume haben bessere Tapeten und Ausmalung der Decken in Wachsfarben mit teilweiser Vergoldung der Stuckteile erhalten. Die übrigen Bureauräume sind einfach ausgestattet und in lichten Tönen mit Keimscher Mineralfarbe gestrichen worden.

In der Wohnung des Präsidenten sind diejenigen Räume, die für gesellschaftliche Zwecke benutzt werden sollen, aufwändiger behandelt worden. Speisesaal und Dielen sind mit Eichenholzpaneelen und Deckenteilungen in Eichenholz versehen; der obere Teil der Wände ist mit stoffartig wirkenden Tapeten in kräftigen Farbentönen bekleidet. Durch Erkerausbauten, Anbringung von Sitzplätzen usw. ist diesen Räumen, die zusammen mit den Zimmern des Herrn und der Dame für den täglichen Aufenthalt der Familie zu dienen haben, der Charakter einer ruhigen, vornehmen Behaglichkeit verliehen.

Der Empfangssalon und der Festsaal (Abb. 1 Bl. 41), die für die Veranstaltung größerer Festlichkeiten bestimmt sind, zeigen eine helle, glänzendere Farbenstimmung. Die Wände sind durch feine Gliederungen in Stuck, Wände und Decken durch angetragene Stuckornamente belebt. Die größeren Wandflächen im Empfangssalon sind mit altgoldfarbigen Tekko-Tapeten, die des Festsaales mit Spiegeln bekleidet; das ganze Holzwerk der Türen, Paneele und Heizkörperverkleidungen ist aus weißlackiertem Kiefernholz hergestellt. Im Festsaal sind die Öffnungen der Heizkörperverkleidungen mit getriebenen Bronzefüllungen abgeschlossen.

Für die Möblierung des Festsaales ist weißlackiertes Kiefernholz mit dunkelroten Damastbezügen, des Salons dunkles Mahagoniholz mit hellblauen Seidenripsbezügen verwendet worden. Die Schlaf- und Wirtschaftsräume sind durchweg einfach ohne besonderen Aufwand ausgestattet.

Die Erwärmung der Diensträume und Wohnungen erfolgt durch eine Warmwasserheizung. Im Kellergeschoß unter der Haupttreppe zur Präsidentenwohnung sind vier gußeiserne Niederdruckwarmwasserkessel mit selbsttätigem Verbrennungsregler aufgestellt. Das in den Kesseln erhitzte Wasser wird durch ein senkrechtes Steigerohr den Verteilungsleitungen im Dachgeschoß zugeführt. Von diesen zweigen sich die senkrechten Fallstränge zumeist an den Außenfronten ab und liegen in ausgesparten Kanälen, die mit Eisenblech verkleidet sind. Die Heizkörper stehen in den Fensternischen. In den reicher ausgestatteten Räumen sind gußeiserne Rippenheizkörper mit Verkleidungen aufgestellt, in den übrigen Räumen freistehende gußeiserne Radiatoren. Die Rücklaufleitungen sind im Kellergeschoß, in den nichtunterkellerten Räumen in begehbaren



Abb. 6. Teil der Decke im Festsaal der Präsidentenwohnung.



Abb. 7. Teil der Decke im Damenzimmer.

Kanälen vereinigt. Für die Heizung und Lüftung der Tresore im Sockelgeschoß und des Kassenhofes ist eine getrennte Niederdruckdampf- bezw. Luftheizung angelegt. Die frische Luft wird im Hofe entnommen, durch Filter gereinigt und mittels zweier elektrisch betriebenen Ventilatoren zwei Heizkammern zugeführt, in denen sie durch Rippenregister, die von einem im Heizraum aufgestellten Niederdruckdampfkessel beheizt werden, erwärmt wird. Aus der einen Kammer wird die erwärmte Luft durch ⅃-förmige Düsenrohre, die durch ihre Form und Maße das Einführen von Bohrern und Sprengstoffen verhindern, in die Tresore geführt, durchstreicht mittels kleiner Öffnungen in den Zwischenwänden die sämtlichen Tresorräume und wird am anderen Ende wieder durch Düsenrohre in einen Sammelkanal abgeführt und über Dach abgesogen. Diese Art der Heizung, die bereits mehrfach bei Tresoranlagen neuerer Bankbauten mit Erfolg angewendet ist, macht, da jede Einstellung von Heizkörpern vermieden ist, das Betreten der Tresore auch für den Heizer überflüssig und bewirkt eine gute Erwärmung und Lüftung der Räume. Von der zweiten der oben erwähnten Heizkammern wird die vorgewärmte Luft in einem senkrechten Kanal bis über die Voute des Kassenhofes geführt und durch Öffnungen in derselben von oben her eingepreßt. Zugleich wird von hier aus die Beheizung der im Kassenhofe aufgestellten Rippenregister, die mit Sitzbänken umkleidet sind, bewirkt. Die Entlüftung des Kassenhofes erfolgt durch Öffnungen in der geputzten Oberlichtumrahmung, die gleichzeitig mit der Firstlüftung des äußeren Oberlichtes vom ersten Stockwerk aus geöffnet werden können. Der Raum zwischen dem äußeren und inneren Oberlicht wird durch eine Dampfrohrleitung erwärmt und hierdurch ein schnelles Schmelzen der etwa auf dem äußeren Oberlicht lagernden Schneemassen herbeigeführt, die Bildung von Schweißwasser verhindert und Zugerscheinungen, die sich sonst durch das Herabsinken der kalten Luft vom Oberlicht her bemerkbar machen könnten, vermieden. Von der Oberlichtkonstruktion, der Rinnenanlage und der obenbesprochenen Lüftungsanlage gibt die nachstehende Text-Abb. 9 ein Bild. Für die Entlüftung stärker besetzter Einzelräume ist durch Abzugskanäle, die bis zum Dachboden geführt und mit schmiedeeisernen Deflektoren abgeschlossen sind, gesorgt. Zuführung vorgewärmter frischer Luft haben nur die stark besetzten Buchhaltereien erhalten. Die Ausführung der Heizungsanlage war der Aktiengesellschaft J. Haag übertragen.



Abb. 8 Aufgang im Haupteingangsflur an der Markgrafenstraße.

Die Aborträume sind an verschiedene Stellen des Gebäudes verteilt. Es sind überall freistehende Abortsitze mit Spülkästen aufgestellt worden. Außer den in einigen Aborträumen befindlichen Waschtischen sind auch noch in allen größeren und wichtigeren Geschäftsräumen Waschtische angebracht worden.

Die Beleuchtung sämtlicher Diensträume, Treppen, Flure usw. erfolgt durch elektrisches Licht, im Kassenhof durch sechs Bogenlampen, in den übrigen Räumen durch Glüh- und Nernstlampen. Für die Wohnung des Präsidenten ist in den Repräsentationsräumen elektrische Beleuchtung, in den übrigen Räumen, sowie in allen anderen Dienstwohnungen Gasbeleuchtung vorgesehen. Die elektrische Beleuchtung ist durch Siemens u. Halske ausgeführt, der Strom hierfür, sowie für den Personenfahrstuhl und einen Aktenaufzug wird durch eine in der Jägerstraße befindliche Blockzentrale geliefert.

Zur schnellen Vermittlung des inneren Verkehrs, die gerade für den kaufmännischen Betrieb der Seehandlung von großer Wichtigkeit ist, wurde hier von Fernsprechanlagen

in umfassender Weise Gebrauch gemacht. Es sind nicht nur alle wichtigen Dienststellen des Hauses untereinander durch Fernsprecher verbunden, sondern auch durch eine im Sockelgeschoß eingerichtete Hauptstelle in die Lage gesetzt, sich sofort vom Platze aus nach außen verbinden zu lassen. Für den Sicherheitsdienst im Hause ist durch elektrische Klingelleitungen und Lärmsignale in ausgedehnter Weise Sorge getragen. Alle diese Einrichtungen sind von der Aktiengesellschaft Mix u. Genest hergestellt. Zum Schutze gegen Feuersgefahr wurde das Gebäude mit einer Blitzableitung versehen und an verschiedenen Stellen Feuerhähne mit Schlauchleitungen und Löschgeräten aufgestellt.

Mit dem Neubau wurde, nachdem im Frühjahr 1901 die alten Gebäude abgebrochen waren, im Mai 1901 begonnen und der Rohbau mit einer mehrmonatigen, durch die Witterung bedingten Unterbrechung bis zum Oktober 1902 fertiggestellt. Der innere Ausbau nahm dann ein weiteres Jahr in Anspruch, so daß im August 1903 die Diensträume, im September desselben Jahres alle Wohnungen in Benutzung genommen werden konnten. Die Kosten der Ausführung betragen:

1. für den Neubau ausschl. Bauleitung	925 600 *M*
2. für künstliche Gründung	13 300 „
3. für die Nebenanlagen	4 600 „
und 4. für die innere Einrichtung .	55 000 „.

Bei einer bebauten Grundfläche einschließlich des Kassenhofes von 1563,7 qm und einem umbauten Raume von 30 617 cbm betrugen die Kosten für den Neubau nach 1 für 1 qm bebauter Fläche 593 *M* und für 1 cbm umbauten Raum 30,2 *M*, ein Preis, der im Vergleich zu den Kosten anderer neuerer Bankbauten als mäßig bezeichnet werden kann. Die bei der Ausführung im wesentlichen beibehaltene Anordnung der Grundrisse ist von dem Bauinspektor Kern angegeben worden. Die architektonische Gestaltung des Neubaues ist ein Werk des Geheimen Oberbaurats Kieschke, unter dessen Oberleitung auch die Ausführung erfolgte. Die besondere Bauleitung lag in den Händen des Landbauinspektors Baurat Bürde. — Besondere Förderung ist dem Neubau, was schließlich dankbar hervorgehoben werden mag, durch das verständnisvolle, allen praktischen wie ästhetischen Fragen gleichmäßig zugewendete Interesse des Präsidenten der Seehandlung Havenstein zuteil geworden. Insbesondere hat er durch sein warmherziges Eintreten ermöglicht, daß zum künstlerischen Schmuck des Bankgebäudes auch die Bildhauerkunst in weitgehender Weise herangezogen werden konnte.

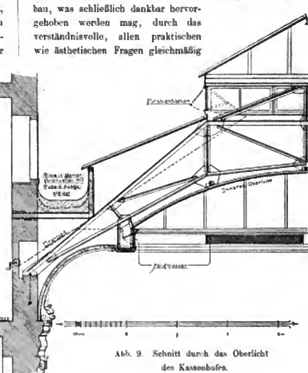


Abb. 9. Schnitt durch das Oberlicht des Kassenhofes.

Landsitz Eichhof bei Lauterbach in Hessen.

(Mit Abbildungen auf Blatt 42 im Atlas.)

Der Landsitz Eichhof liegt auf einer Höhe der Vogelsberge, inmitten einer wundervollen Landschaft; aus seinen Fenstern genießt man den Blick auf das flußdurchrauschte Tal, auf die prächtigen Waldberge und das altertümliche Städtchen Lauterbach. Die stolze Bergfeste Eisenbach, der Stammsitz des Bauherren, wird noch sichtbar. Das bergige Gelände des Grundstückes ist trefflich benutzt; auf seiner oberen Plattform, gegen den rauhen Wind durch einen höheren Bergzug geschützt, ist eine umfangreiche Gartenanlage geschaffen, in deren Mitte sich das Wohnhaus erhebt. Hieran schließt sich mit ausgedehnten Stallungen ein Wirtschaftshof an, vom Unterzeichneten gleichfalls im Stile des Wohnhauses, nur in einfacheren Formen geschaffen (vgl. Text-Abb. 6 bis 9 S. 397). Beim Betrachten des Entwurfes

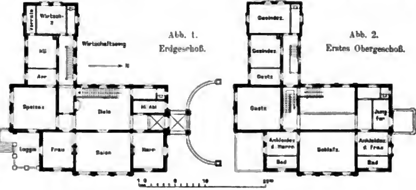


Abb. 1. Erdgeschoß.

Abb. 2. Erstes Obergeschoß.



Abb. 3. Gesamtansicht.

wird mancher fragen, warum die herausfordernde Höhenlage des Grundstückes nicht benutzt wurde zur Errichtung eines burgähnlichen Wohnhauses, mit Türmen und Erkern ausgestattet. Die Antwort hierauf liegt in der Vorliebe des Bauherrn für die deutsche Wohnhausarchitektur des 18. Jahrhunderts; er bewohnte vorher im nahen Städtchen ein Schloß, das ein Vorfahr im genannten Jahrhundert gebaut hatte, mußte es aufgeben und wünschte sein neues Heim im gleichen Gewande zu sehen.

Zum Verständnis des Grundrisses muß man außerdem wissen, daß die Bewohner kinderlos sind. Das Haus hat ein Kellergeschoß, enthaltend die Räume für die Niederdruck-Dampfheizung, Vorratskeller, Wirtschaftsräume und eine kleine Dienerwohnung. Vor dem Haupteingang ist eine bedeckte Unterfahrt mit Rampenanlagen vorgesehen. Im Erdgeschoß (Text-Abb. 1) führt der Vorflur mit Kleiderablage und unmittelbarem Zugang zum Herrenzimmer in die große, durch beide Geschosse reichende Treppendiele, an die sich Salon, Damen- und Speisezimmer anschließen. Von letzterem aus gelangt man auf die Loggia, deren Treppe in den Garten hinabführt. Die Tür der Loggia ist als Fenster ausgebildet und sichert dadurch dem Kopfplatz am Eßtische gutes Seitenlicht. Die Bedienung des Speisezimmers geschieht von der Anrichte aus; diese liegt mit Küche und Wirtschaftszimmer am Nebenflur, in dem sich die einläufige Wirtschaftstreppe befindet. Das Obergeschoß (Text-Abb. 2) enthält ein großes Schlafzimmer, zu seinen Seiten je ein Ankleidezimmer mit Bad, in der Nähe des Damenankleidezimmers das Zimmer der Jungfer. Zugänglich sind die genannten Räume von einem galerieartigen Gange, der in halber Höhe die Diele durchzieht (vgl. Text-Abb. 5 S. 395). Sonst sind noch Gastzimmer und im niedrigen Wirtschaftsbau Gesindestuben eingerichtet. Weitere Gaststuben nimmt das Dachgeschoß auf.

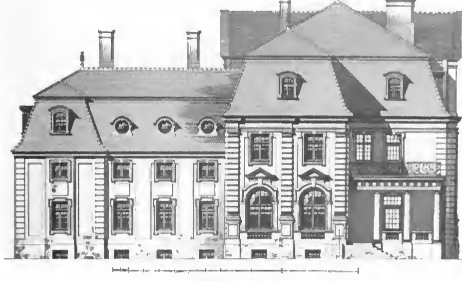


Abb. 4. Südansicht.

Die Ausstattung der Räume ist ausgesucht edel, nicht nur in betreff der Kamine, Wandverkleidungen und Möbel, sondern auch der Kunstgegenstände, als Gefäße und Gemälde. Die größeren Bilder sind in der Diele aufgehängt.

Für die äußere Erscheinung des Hauses sind die Architektur von weißem Werkstein und die geputzten, gelb gefärbten Flächen bestimmend. Das Mansardendach ist als Doppeldach mit Biberschwänzen eingedeckt. Ausschließlich der kostbaren Ausstattung der Wände und Dielendecke wurde das Haus für die Summe von 130000 Mark fertiggestellt.

Dresden, Januar 1903. Hugo Hartung.

Beiträge zur Geschichte der Grundsteinlegung.

Vom Stadtbauinspektor P. Rowald in Hannover.

(Schluß.)

Stadt- und Mauergründung im Mittelalter.

An die Städtegründungen des Mittelalters knüpft sich mancherlei Aberglaube, namentlich das Vertrauen auf die Kraft zauberischen Bildwerks und die Sterndeuterei, beides aus dem Altertum überkommen.

Der Dichter Virgilius, dessen Grab in Neapel auf dem Posilipo gezeigt wird, war der Sage zu einem Zauberer geworden, dem jene Stadt mancherlei Wohltaten verdankte. Konrad von Querfurt, designierter Bischof von Hildesheim, Kanzler Kaiser Heinrichs VI. und Stellvertreter für Süditalien, schrieb 1194 seinen Hildesheimer Freunden über die Wunderwerke Virgils in Neapel, die ihn um so mehr anregten, als er beauftragt war, die Mauern dieser Stadt, die 1191 der kaiserlichen Belagerung gespottet, 1194 aber sich den Hohenstaufen ergeben hatte, schleifen zu lassen. Er erwähnt eines von Virgilius gearbeiteten und in einer Glasflasche mit sehr enger Mündung eingeschlossenen Bildes der Stadt, an dessen Erhaltung, wie an ein Palladium, die Wohlfahrt Neapels geknüpft war. Auch sollen die Ringmauern der Stadt von dem Philosophen gegründet und gebaut gewesen sein. „Freilich hat", fügt der Kanzler bei, „weder der Mauerbau noch die Wunderflasche den Neapolitanern etwas genützt. Wir haben die Stadt samt der Flasche in unserm Besitz, und die Mauern haben wir sogar auf Befehl des Kaisers zerstört. Vielleicht hatte aber die Flasche ihre Kraft verloren, weil sie ein klein wenig zersprungen ist (quia modicum fissa est)."

Abweichend davon berichtet Villanis Chronik der berühmten Stadt Neapel: „Es war in der Zeit des besagten Virgilio ein Schloß, erbaut im Meere auf einer Klippe, wie solches annoch vorhanden ist, welches Castello Marino oder auch di Mare genannt wurde. Als selbiges Schloß im Werke war, beliebte es dem Virgilio, mittels seiner Kunst ein Ei zu weihen, das erste, welches eine Henne gelegt hatte. Sothanes Ei brachte er in eine Flasche, durch die engste Öffnung der besagten Flasche. Die Flasche nebst Ei ließ er einschließen in einen höchst sorgfältig gearbeiteten Käfig, und besagten Käfig, welcher die Flasche und das Ei enthielt, ließ er mit einigen Eisenbändern unter einem eichenen Balken aufhängen, welcher der Quere nach in den Mauern eines Kämmerchens haftete, das eigens für diesen Zweck gemacht war. Mit großer Sorgfalt und Feierlichkeit ließ er jene Vorrichtung in dem besagten Kämmerchen verwahren, an einem geheim gehaltenen und durch gute Türen und eiserne Schlösser gesicherten Orte. Er verordnete, daß von jenem Ei, von dem das Schloß seinen Namen erhielt, alle Schicksale des Schlosses abhängen sollten. Unsere Voreltern hielten auch daran fest, daß das Schloß so lange Dauer haben solle, als das so bewahrte Ei erhalten bliebe."

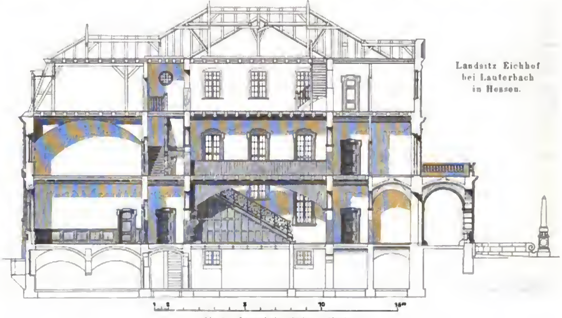


Abb. 5. Querschnitt (Süden — Norden).

Die Gründung Venedigs setzt Sansovino (1581 n. Chr.) in das Jahr 413 n. Chr. und beschreibt in seinem Buche „Venetia città nobilissima et singolare" den Vorgang wie folgt: „Als bereits das römische Reich seinem Untergang entgegenging, fiel Alarich, der Westgotenkönig, im Jahre 413 in Italien ein, nahm nach langer Belagerung Padua, plünderte es und warf die Brandfackel in die Häuser. Auf Gebet und Gelübde jedoch, an den heiligen Jakobus gerichtet, erfolgte das Wunder eines starken Regens, welcher die Feuersbrunst löschte. Die bisher dort

ansässigen Veneter faßten darauf im selben Jahre am 16. März den Entschluß im Rat von Padua, als Konsuln waren Galiano di Fontana, Simone de Glauconi und Antonio Calvo de Lovani, eine neue Hafenstadt in Rialto zu bauen, und es erging dieses



Abb. 6. Nordostansicht.

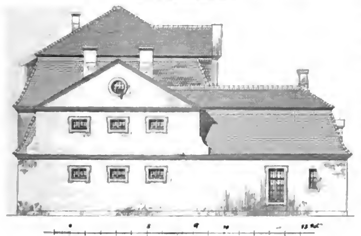


Abb. 7. Südostansicht.

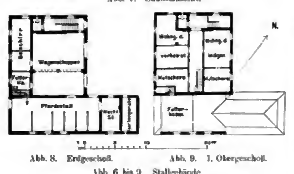


Abb. 8. Erdgeschoß. Abb. 9. 1. Obergeschoß.

Abb. 6 bis 9. Stallgebäude.

Landsitz Eichhof bei Lauterbach in Hessen.

Gebot: wenn ein Schiffshandwerker, wenn ein im Seewesen Erfahrener sich dort ansiedeln wolle, der solle aller Lasten frei sein, ausgenommen Leibeigene und solche, die wegen Verräterei und Betruges verurteilt sind usw. Auch ward verordnet, daß sich dort eine Kriegsflotte aufhalten solle, um sich auf der See zu üben und im Kriegsfall den Hafen zu bewachen, und wurden erwählt drei Konsuln über das Werk für zwei Jahre. Und so am 25. März auf Mittag gab man sich daran, die Kirche (San Giacomo in Rialto) und die Stadt Venedig zu gründen, indem der Himmel in einzig günstigem Zustande sich befand, wie es von den Sternkundigen mehrfach berechnet war. Und wahrlich ein glücklicher und segensvoller Anfang durch die Fügung Gottes, welcher gedachte, die Freiheit und den Vorrang Italiens emporzuheben, das sonst durch die Reichsteilung Konstantins (des römischen Kaisers) gänzlich hätte zugrunde gehen müssen! Gott wollte, daß, während Italien den Barbaren zur Beute verblieb, im Niedergange des Reiches sich eine neue freie und christliche Stadt erheben sollte, welche den edlen Geschlechtern als Zuflucht dienen und den Glanz dieser bisher so herrlichen Provinz aufrecht erhalten würde. Deswegen ward sie geboren unter offenbaren Anzeichen des Gelingens. Sintemalen der erste Priester, welcher in der neuen Kirche San Giacomo bestallt wurde, den Namen Felice hatte — wie nachher angenommen wurde — und der erste Fürst, welcher den herzoglichen Thron nach Rialto überführte, sich Beato nannte, oder Angelo, gleichsam als ob der Himmel ausdrücklich bedeuten wollte, daß dieser Ort in jeder seiner Eigenschaften sollte „glücklich“ und „selig“ und „engelhaft“ zu bewohnen sein. Außerdem begab sich der Beginn der Stadt in einer Zeit, da die Menschen noch viel glühender im Glauben waren, als noch näher stehend den Jahrhunderten der heiligen Väter; im Monat März, welcher von alters her verehrt war von den Ägyptern und den andern ausgezeichnetsten Völkern, und in welchem sich die Welt mit neuen Farben bekleidet, und ihre Schönheit wieder frisch erwacht; und welcher von den alten Vätern (den Kirchenvätern) und von den Römern als der Anfang des Jahres angesehen wurde, wie auch wir ihn noch ansehen; und in welchem sich begab das Geheimnis der Welterlösung durch den Tod unseres Herrn. Genau an dem Tage, da der seligsten Jungfrau durch den himmlischen Boten die Verkündigung ward von der Fleischwerdung des Wortes Gottes. In der Stunde, da die Sonne war auf dem höchsten Gipfel ihres Glanzes, in dem Augenblick ihres höchsten Standpunktes am Himmel. Mit so erhabenem und glänzendem Anfang erstand also jene bewunderungswürdige Stadt, welche vorverkündet ist nach Einiger Meinung von Ezechiel, wo er sagt (Kap. 38 V. 11): „Ich werde niedersteigen zu einem Lande ohne Mauer. Ich werde kommen zu Menschen, welche ruhig leben und sicher wohnen. Diese alle wohnen ohne Mauer, sie haben nicht Riegel und Tore usw.“ Und hiervon hebt das durch die Geburtsstunde gewiesene Schicksal Venedigs an. Und zum frohen Gedächtnis jenes hochfestlichen der Mutter Gottes geweihten Tages verordnete die Republik: der Fürst mit der Signoria solle jedes Jahr nach San Marco hinabsteigen, dem Frühgottesdienste beiwohnen und nach dem Frühstück eine auserwählte Predigt hören, welche gehalten zu werden pflegt von dem größten Prediger, der sich zur Zeit in Venedig vorfindet.“

Im Jahre 801 taten sich die edlen Geschlechter der Florentiner Landschaft zusammen, um die von Totila zerstörte Stadt Florenz wieder aufzurichten, nachdem sie sich des

Schutzes Karls des Großen und des Papstes Leo, namentlich gegen die eifersüchtigen Fiesolaner, versichert hatten. Am 1. April Mittags begannen sie den Mauerring. Das Marmorbild des Mars, welcher für den Schutzgott der früheren Stadt galt, hatten sie aus dem Arno, wo es versunken war, wieder hervorgezogen und stellten es nun auf einem Pfeiler am Ufer wieder auf, dort wo sich später der Brückenkopf des ponte vecchio befand. Man glaubte fest, ohne dieses würde die Neugründung keinen Bestand haben. Die Sonne stand auf ihrer Höhe im Zeichen des Widders. Der Planet Merkur war mit ihr im selben Grade verbunden, Mars blickte sie freundlich an. Alles deutete auf Zuwachs des Volkes, Tüchtigkeit in den Waffen und in der Reitkunst, Kriegslust, Betriebsamkeit, Stärke im Handel. Der Berichterstatter Villani († 1348) bekämpft wacker sowohl den Bilderdienst wie den Sternenglauben als vernunftwidrig und heidnisch.

Die Neugründung der Mauern von Forli erfolgte nach den Ratschlägen des Guido Bonnato. Dieser Gelehrte, welcher durch seine Tätigkeit wie durch sein großes wohldurchdachtes Werk „De astronomia tractatus“ der Wiederhersteller der Sternkunde und Sterndeutung im 13. Jahrhundert heißen darf, beredete, um dem Parteikampf der Guelfen und Ghibellinen in Forli ein Ende zu machen, die Einwohner zum feierlichen Beginn des Mauernbaues unter einer besonders günstigen Sternenstellung, die er angab. Wenn zu jener Stunde Leute beider Parteien in demselben Augenblick jeder seinen Stein in den Grund würfen, so würde in Ewigkeit keine Parteiung mehr in Forli sein. Man wählte einen Guelfen und einen Ghibellinen zu diesem Geschäfte; der hehre Augenblick erschien, beide hielten ihre Steine in der Hand. Die Arbeiter warteten mit ihrem Werkzeug, und Bonnato gab das Zeichen. Da warf der Ghibelline sogleich seinen Stein hinunter, der Guelfe aber zögerte und weigerte sich dann gänzlich, weil Bonnato selbst als Ghibellino galt und etwas Geheimnisvolles gegen die Guelfen im Schilde führen konnte. Nun fuhr ihn der Astrolog an: „Gott verderbe dich und deine Guelfenpartei mit eurer mißtrauischen Bosheit! Dies Zeichen wird 500 Jahre lang nicht mehr am Himmel über unserer Stadt erscheinen!“

Guido Bonnato begnügte sich aber nicht mit jener symbolischen Szene der Eintracht beider Parteien. Durch ein ehernes oder steinernes Reiterbild, das er mit astrologischen und magischen Hilfsmitteln zustande brachte und vergrub, glaubte er die Stadt Forli vor Zerstörung, ja schon vor Plünderung und Einnahme geschützt zu haben. Als Kardinal Albornoz etwa sechs Jahrzehnte später die Romagna beherrschte, fand man das Bild bei zufälligem Graben und zeigte es dem Volke, um diesem klar zu machen, durch welche Mittel der grausame Montefeltro sich gegen die römische Kirche behauptet habe. Wiederum ein halbes Jahrhundert später (1410), als eine feindliche Überrumpelung von Forli mißlang, schrieb man die Abwendung des Unheils doch wieder der Kraft des Bildes zu, das vielleicht wieder vergraben worden war. Man freute sich dessen zum letztenmal, denn im folgenden Jahr wurde die Stadt wirklich eingenommen.

Profane Grundsteinlegungen vom fünfzehnten bis zum achtzehnten Jahrhundert.

In diesem Zeitabschnitt besteht die Sterndeutung unentwegt fort, während das Vertrauen auf schützendes Bildwerk sich zur Vorliebe für eingelegte Schaumünzen abschwächt. — Im Hausarchiv der Strozzi in Florenz befinden sich die eigenen Aufzeichnungen des Filippo Strozzi, des Älteren, welche die Gründung seines bekannten Palastes betreffen. Der Verfasser berichtet darin, wie er am 15. Juli 1489 bei Morgengrauen zunächst die Bauhütte als ersten Anfang des Hausbaues in der Via larga da Tornaquinci aufgestellt habe. Schon hierfür war ihm der günstige Zeitpunkt von seinem sternkundigen Ratgeber bezeichnet worden. Am Donnerstag den 6. August in dem Augenblicke, da die Sonne hinter den Bergen hervortrat, legte er dann in der Mitte des Portals an genannter Straße den ersten Stein der Grundmauern, im Namen Gottes und eines guten Anfangs für sich und seine Nachkommen und alle, die daran arbeiten würden. Zu gleicher Zeit ließ er in vier Kirchen Messen singen, sandte befreundeten geistlichen Körperschaften Almosen, gab seinem Astrologen vier Ellen schwarzen Damast und bewirtete danach seine nächsten Freunde mit einem Frühstück. Den Zustand des Himmels zu jener Morgenstunde des 6. August, welchen ihm Benedetto Biliotti, sein mehrerwähnter sterndeutender Freund, als günstig angegeben und andere kundige Gelehrte bestätigt hatten, beschreibt er genau. Über dem östlichen Horizont stieg mit der Sonne das Sternbild des Löwen empor, mit ihm der helle Stern Cor leonis (Regulus), der schon durch seinen Namen bedeutungsvoll ist. Der Mond stand in dem Raume, welcher dem Jupiter zugeeignet ist, und schaute sich mit Sonne, Jupiter und Venus freundlich an. Merkur stand auf seiner Höhe. Zudem fand der Baubeginn in der Stunde und am Tage des Jupiter statt: Lauter Zeichen, welche dem Hause und seinen Bewohnern überaus günstig zu deuten waren.

In den Kellern des gleichen Palastes sind zehn oder zwölf Exemplare der Denkmünze des Erbauers vor nicht langer Zeit gefunden worden. Sie zeigen bei 90 mm Durchmesser auf der Vorderseite das unbärtige Brustbild linkshin mit der Umschrift „Philippus Stroza“, auf der Kehrseite in einer Waldlandschaft dessen Wappen mit den drei Halbmonden, an einem Eichenstämmchen hängend, über welchem ein Adler mit ausgebreiteten Flügeln linkshin steht. Man schreibt das Modell dieser hervorragend schönen Schaumünze dem Benedetto da Majano zu, welcher auch den Entwurf des Palastes im Auftrage des Erbauers fertigte.

Seit mit dem Aufblühen der Kunst in Italien auch die Herstellung gegossener Schaumünzen namentlich bei den kleineren Machthabern Anklang fand, als ein Gebiet, in welchem sie ohne zu große Kosten ihr Andenken in ansprechender Form späteren Zeiten erhalten konnten, kam auch der Gebrauch in Aufnahme, solche Schaumünzen den Grundsteinen neuer Baulichkeiten anzuvertrauen. Dies spricht deutlich ein noch vorhandener an Sigismondo Malatesta von Rimini gerichteter Brief des Jahres 1453 aus, welcher besagt, die ungezählten Bilder in Gold, Silber und Erz, welche dieses Fürsten Antlitz der Nachwelt überlieferten, seien in den Grund und in die Mauern seiner Bauten vergraben und vermauert oder an auswärtige Fürsten versandt worden. Eine Medaille des Bernardino Francesconi von Siena zeigt selbst den Zweck an, in das Grundwerk gelegt zu werden, durch ihre Aufschrift: „fundavit hanc domum“, ohne daß etwa ein bestimmtes Haus darauf dargestellt wäre. Etwa zwanzig ver-

schiedene gegossene bronzene Schaumünzen des Papstes Paul II. sind in den Kellermauern des von ihm erbauten venezianischen Palastes in Rom bei einem Umbau im Jahre 1857 gefunden worden. Sie weisen teils eine Ansicht dieses Palastes, teils das Wappen des Papstes auf nebst der Schrift: „has aedes condidit." Jede einzelne lag in einer kleinen rohen mit einer Spalte versehenen Tonkapsel; einige waren mit einer dünnen Wachsschicht überzogen, um sie gegen Feuchtigkeit zu schützen; jedoch hatte das Fett des Wachses stellenweis Oxyd erzeugt. Als man um die Mitte des 19. Jahrhunderts den Unterbau der Kirche Santa Croce in Florenz teilweis entfernte, um die neue Vorderwand zu erbauen, fand man in der Grundmauer des Turms, welchen Francesco da Sangallo entworfen und begonnen hat, einige Exemplare seiner gegossenen Denkmünze. Diese, 92 mm im Durchmesser haltend, zeigt den Kopf des Künstlers linkshin mit einer turbanartigen Mütze und die Umschrift „Francesco Da Sangallo Scultore et Architetto Fioren." Am Abschnitt der Brust steht vertieft: „Facieba." Die Rückseite stellt den Turm dar mit den seitlichen Beischriften: „Faciebat"



Abb. 15. Schaumünze des Francesco da Sangallo, in der Königl. Sammlung in Berlin befindlich.
(Nach Friedländer, Die italienischen Schaumünzen des 15. Jahrhunderts.)

und „A. MDXXXXX", das ganze umgeben von einem Kranze. Die hier abgebildete, auf denselben Bau bezügliche Schaumünze (Abb. 15) hat nur 72 mm Durchmesser, zeigt aber die gleichen Darstellungen, bei etwas anderer Aufschrift der Rückseite: „OPVS MDL I(nceptum)". Auch von Angelo Amadi, dem Stifter der Kirche Santa Maria dei miracoli in Venedig, wissen wir, daß er bei der durch den Patriarchen am 25. Februar 1481 vollzogenen Gründungsfeier mehrere Bronzedenkmünzen mit seinem Bild und Wappen in den Grund legte.

Eine schöne deutsche Medaille war zur Einlegung in den Grund der Nürnberger Burgmauern und zum Denkmal dieser Grundlegung im Jahre 1538 bestimmt. 74 mm im Durchmesser haltend, zeigt sie auf der Vorderseite das von der Kaiserkrone überragte Reichswappen und die beiden Nürnberger Stadtwappen, auf Kriegsgerät aufliegend. Darunter eine Kartusche mit der dreizeiligen Schrift:

FVNDAMENTVM
SALVTIS NOSTRAE
CHRISTVS
PF

Das vertieft gegossene Künstlerzeichen „PF" deutet vermutlich auf Peter Floetner hin. Das ganze ist von einem schmalen Lorbeerkranze umrahmt. Die Rückseite zeigt in gleicher Umrahmung 17 Zeilen Schrift, welche in Latein die Veranlassung dieser Schaumünze, nämlich die Verbesserung der Festungswerke an der Burg in Nürnberg, schildern. Das Stück wurde in Gold, Silber und Blei von dem Goldschmiede Hans Maslitzer gegossen. Es hat auch der Denkmünze, „welche A. 1571 in den Grundstein des unvergleichlichen Altdorfischen Kollegiengebäudes gelegt worden ist", und ebenso derjenigen, welche im Jahre 1597 auf den Neubau der Fleischbrücke in Nürnberg geprägt wurde, zum Vorbilde gedient.

Der Leipziger Baumeister und Bürgermeister Hieronymus Lotter war vom Kurfürsten August von Sachsen beauftragt, dessen Jagdschloß Augustusburg auf dem Schellenberg, drei Stunden östlich von Chemnitz am Einfluß der Flöha in die Zschopau, an Stelle eines älteren durch Blitzschlag zerstörten Schlößchens neu zu erbauen. Er berichtet seinem Auftraggeber auch über die Grundsteinlegung. Er habe, schreibt er am 30. März 1568, „aue guettem bedenckenn, Ungeachtet das es heint diese Nacht sehr gefrohren Im Nahmen des Allmechtigen aus belerung etzlicher gelartten der Astronomiae befundenn Das heutte Dienstag denn 30. dis Monats zum Anfange eines neuenn Gebeudes ein gelügselliger Tag sein solle," und so habe er denn diesen Mittag „gahr ein wenig vor Zwölf Uhren In gegenwertigkeitt etlicher gutthertzigen Personenn Die ich achte Das sie den Baw treulichenn fordernn werdenn mitt erinnerung Gott Zubitten Das solcher Baw zw seinem Gottlichenn lobe, Ehren, friede, vnndt allem guetten Angefangenn wolerbauet, vnndt verbracht moge werdenn, Denn erstenn stein In grundtt gelegtt, Vnndt habe nach meiner einfaltt eine gedechtnusschrift gestellett, deren E. Churf. G. Ich hiermitt Inn Vnderthenigkeit eine Copia zuschicke, Undtt E. Churfurstlich G. guldenne Muntze, wie die nach der eroberung Gotta geschlagen, darinne geschlossenn, In Kupfer verwahrett, vndt mitte vormauernn lassenn, Vnndt ich habe niemandts dauon nichts vertrauett." Die Kopie der hier erwähnten Urkunde ist noch erhalten.

Bis in das achtzehnte Jahrhundert hat bei den Völkern europäischer Gesittung die Gewohnheit bestanden, den zur Gründung geeigneten Tag durch Sternbeobachtung zu bestimmen. Von der Hand des Astronomen Flamstead († 1719) rührt das für die Grundsteinlegung der Sternwarte in Greenwich gestellte Horoskop her, welches noch dort aufbewahrt wird.

Unter mächtigen irdischen Schutz stellte sich der Neugründer der Burg Hohenzollern. Auf dem hochragenden Berge im Schwabenlande, welcher noch heute die mehrfach erneuerte Stammburg unseres Herrschergeschlechts trägt, stand wohl schon vor Mitte des 11. Jahrhunderts ein festes Schloß, in dem zu Anfang des 15. Jahrhunderts Friedrich, der Öttinger zubenannt, hausete. Der streitbare Herr war vielfach mit den umliegenden Städten in Fehde begriffen. Nachdem er seinen Gegnern häufig Abbruch getan, ward auf einem schwäbischen Städtetage der Krieg gegen den Störenfried beschlossen. Seine Lage verschlimmerte sich, als Kaiser Sigismund allen Fürsten und Edeln des Reiches verbot, den Grafen gegen die Reichsstädte zu unterstützen. Seine Burg ward von den Städtern umschlossen und nach zehnmonatiger Belagerung am 25. Mai 1423 erobert und zerstört. Eine flatternde Fahne, gelb mit dem schwarzen Reichsadler, in den Trümmern aufgesteckt, verkündete, daß die Reichsstädte des Platzes der Zollernfeste Herr geworden seien. Auch erließ der Kaiser ein Gebot, daß das Schloß

Zollern auf dem Berge bis in ewige Zeiten niemals wieder gebaut, gebessert oder aufgerichtet werden, sondern als gebrochenes Raubschloß fortan dem Reiche gehören solle. Nachdem Friedrich verstorben war, trug sein Neffe Jost Niklas sich mit dem Gedanken, die Burg seiner Ahnen wieder zu errichten, und fand Unterstützung bei Herzog Albrecht von Österreich und seinem Stammvetter Albrecht Achilles von Brandenburg. Auf Betrieb des letzteren hob Kaiser Friedrich III. 1453 das strenge Verbot Sigismunds auf und gestattete dem Grafen Jost Niklas zu Zollern, den Berg Zollern, das Burgstall und den Stock darauf, wann und zu welcher Zeit er wolle, nach seinem Bedarf ungefährdet wieder aufzubauen. Damals stand gerade der Herzog Albrecht von Österreich mit einem starken Heere gegen die schwäbischen Reichsstädte im Felde. In seiner Gegenwart legte man am 25. Mai 1454, an demselben Tage, wo vor einunddreißig Jahren die alte Burg gesunken war, den Grundstein zu der neuen. Markgraf Albrecht von Brandenburg soll selber auf seinen Schultern den schweren Stein auf die Höhe des Berges getragen haben. Der Stein wurde von den anwesenden Fürsten mit silbernem Hammer und silberner Kelle und Mörtel aus silberner Mulde befestigt. Um den Grafen Jost Niklas aber steckten Herzog Albrecht, der Markgraf Albrecht und der Markgraf von Baden ihre Banner in die Erde, zum Zeichen, daß die Zollernburg und ihre Gebieter unter ihrem Schutze ständen. Widerwillig sahen die schwäbischen Städte auf den von so mächtigen Freunden begünstigten Neubau. Noch im siebzehnten Jahrhundert sollen sich jene silbernen Geräte, mit den Wappen der genannten Herren geschmückt, auf dem Schlosse Hohenzollern vorgefunden haben.

Ein friedlicheres Bild bieten die Erzählungen des Elias Holl, Stadtbaumeister von Augsburg. Er berichtet in seiner eigenen Lebensbeschreibung:

„(1609) Den 21. Martii war ich von Ihro Churfürstl. Durchlaucht Herrn Conrad von Gemmingen Bischofen von meinen Herrn begehrt und beschrieben worden wegen eines Schloßbaues bey Eichstätt auf dem Felsen St. Wildboldsberg." Die Örtlichkeit ward besichtigt und das Bauprogramm aufgestellt. Es heißt dann weiter:

„Den 16ten May hernach war ich wieder berufen und mit einer Visierung nach Eichstädt, wie das Schloß von außen ein Ansehen haben sollte. Das gefiel Ihro Fürstl. Gnaden sehr wohl, haben darauf den 14ten (?) dieß den ersten Stein an diesen Bau gelegt an dem Eck-Thurn gegen dem Closter Marien-Stein unten im Thal an dem Wasser Altmühl gelegen. Da war der Felsen schön eben eingericht auf 30 Schuh in die Visierung und fein einwärts hangend gemacht, wie ich es angegeben habe. Hat den ersten Stein Ihro Churfürstl. Gnaden Selbst mit eigner Hand helfen legen, war ein groß Marmor-Stück 4 Schuh lang, $2^{1}/_{2}$ Schuh dick, in der Mitten ein rund Loch darinnen gehauen. Ihro Churfürstl. Gnaden hatten ihren ganzen Ornat an, kamen mit ihren fürnehmsten Herren Geistlichen und Weltlichen, es war ein Weg gemacht unten von Felsen, daß man füglich von dem Ort des ersten Steins kommen konnte, und war oben am Berg ein Gerüst gemacht, darauf stunden 6 Trabanten und 2 Heerpauker und zuvorderst auf dem Schloßberg gegen der Stadt stunden 18 Stück Geschütz. Als man den ersten Stein gelegt, ward in dessen eingehauen Loch von Ihro Fürstl. Gnaden goldene und silberne Münzen in ziemlicher Anzahl hinein gelegt samt einem zweifachen Glas mit rothen und weißen Wein, auch ein Bleizettul, darauf Ihro Fürstl. Gnaden Nahmen gestämpfelt waren, so dabey gewesen. Als man das verricht, ist ein großer Stein wiederum auf den ersten gelegt und alsdann die Heerpauken und Trompeten angegangen, daß es in dem Altmühl-Thal erhallet hat; dann sind die große Stücke alle mit einander dreymal losgebrannt worden, daß man vermeint, es werde der Berg zusammen einfallen. Hernach war ein stattlich Mahlzeit gehalten worden und auf Glück des neuen Baues mächtig getrunken, ist bey mir auch nicht gespart worden."

Elias Holl war selbst im Alter von drei Jahren (1576) von seinem Vater Johannes zur Grundsteinlegung der Klosterkirche zum Stern mit in die Baugrube genommen worden. Er tat später mit seinen Knaben desgleichen. Über den Rathausbau in Augsburg schreibt er:

„(1615) 25. August. Nachdem diß Theil am Rathhaus gar abgebrochen war und der neue Grund gegraben, — habe also alles zum ersten Stein zu legen zurichten lassen, nehmlich ein Credier-Steinlein eines Schuhes groß, inwendig ausgehauen und einen andern Stein zum Deckel darauf, darinnen man des ersten Steins Anzeigen legen könnte. Und das war ein silber und vergoldtes Blech, darauf war gar schön und zierlich gestochen, daß es unter dem jetzigen regierenden Kayser Mathia dem andern, von beeden jetzt regierenden Stadtpflegern, Geheimen und Bauherren geschehen, wie solches Blech zu lesen in meinen geschriebnen Sachen die Stadt Augspurg betr. zu finden ist. Das war in diesen Stein gethan. Bey diesem ersten gelegten Stein in Grund, da meine Herren noch im Grund dabey stunden und sie zuvor gelegt hatten, ließ ich meinen Sohn Elias auch hinab kommen in den Grund und ließ ihn eben auf die Stein, welche meine Herren zuvor gelegt hatten, einen andern Stein legen, darinn sein Nahm und sein Alter gehauen war. Solches gefiel meinen Herren wohl, haben ihm 12 ganze Augspurger Gulden darzu in seine Hosen verehrt. Und dieses geschah an einem Dienstag Morgens um 7 Uhr, ehe man in Rath gieng, d. d. 25. August Ao. 1615."

„Am 16ten May (1616) hat mein anderer Sohn Jeremias den ersten Stein mit Hülf seines Bruders Elias am Eysenberg am selben Eck gelegt. Auf diesem Stein war sein Nahm und Alter eingehauen samt der Jahrzahl."

Als das Schloß Ruthe bei Hildesheim i. J. 1891 durch Blitzschlag zerstört war, fanden sich beim Aufräumen der Trümmer im Grundstein sechs Glasplatten mit eingeritzten Inschriften, welche in schwülstigem Latein besagen, daß das Schloß zuerst 1300 erbaut, 1521 durch Kriegsbrand verwüstet, 1650 aus den Steinen einigermaßen wiederhergestellt und nunmehr durch Alter baufällig im Auftrage des Kurfürsten von Köln und Fürsten von Hildesheim, Klemens August, durch den Freiherrn von Asseburg in neuem Stil und mit erweitertem Grundriß neu aufgebaut sei. Der Grundstein wurde am 19. Juni 1751 durch Theresia, Freifrau von Asseburg, geborene Freiin von Lippe, Gemahlin des genannten Freiherrn gelegt, unter geistlicher Beihilfe des Pfarrers Holmann und unter Anleitung des Archi-

tekten Georg Höfer. Den Schluß der Urkunde bildet ein Eteostichon:

„Quae fuit hic olim pulsis nova Rutha ruinis
Surgit. Clementi fit gratia, gloria trinis.
MIranDa e VeterI qVae sVrgVnt teCta rVIna,
aeVI nVLLIVs frangat fVnesta rapIna (1751).
En domus ex tristi surgens quasi cinere phoenix
Construitur.“

Das Bauopfer.

Wie neben den anerkannten Glaubenssätzen der Religionen der Aberglaube geheim und unausrottbar im Volke weiter besteht, so geht neben der rituellen Gründung, welche geschichtlich gesichert ist oder doch als durch die im Gewande der Geschichte auftretende Sage beglaubigt erscheint, die volkstümliche, oft in dichterischer Form sich darstellende Legende her, von blutigem Brauche meldend, der denn doch auch wieder als vor kurzem noch lebendige, ja selbst in der Neuzeit noch unerloschene Übung bestätigt wird. Vom Altertum sich herleitend, schließt sich die Kunde vom Bauopfer nicht eben häufig an überaus alte, oft sogar an noch recht junge Bauten. Zeitlich weit auseinandergehend und doch meist genauer Zeitbestimmung sich entziehend, sind unsere Beispiele nicht den vorgehenden geschichtlichen Darlegungen eingefügt worden. Es schien vielmehr angebracht, sie zusammengefaßt hier folgen zu lassen.

Der allgemein verbreiteten Sitte, Gegenstände aus Stein und Metall, Geld und Schaumünzen in den Grund zu versenken, der nicht seltenen, Wein und Speise zu vergraben, wurde bei Beschreibung geschichtlicher Grundsteinfeste öfter gedacht.

Als Überbleibsel des Brauches, Nahrungsmittel einzulegen, darf die Vermauerung leerer oder mit Asche gefüllter Töpfe gelten, welche in Norddeutschland öfter gefunden worden sind. Aus der Altmark besitzt das Museum in Stendal eine ganze Reihe solcher Haustöpfe von altertümlicher Form, auch mit dem Granatapfelmuster der Renaissance. Andere befinden sich in Gardelegen im Privatbesitz.

Bei geringeren Bauten wurden und werden noch heute hier und da lebende oder frisch geschlachtete Tiere eingemauert. In Litauen wird ein Hund, in Slavonien ein lebender Hahn oder eine Fledermaus, in Bulgarien ein Hahn oder ein Lamm, in Epirus ein Widder oder ein Ziegenbock unter dem Grundstein begraben. In den Dörfern um Antivari in Albanien wird ein Hahn geschlachtet und unter die erste Steinlage gelegt. Als der Statthalter von Elbassan in Albanien 1850 eine neue Brücke über den reißenden Argen bauen ließ, wurden, um den Bau gegen die Gewalt des Stromes festzumachen, zwölf Schafe geschlachtet, und deren Köpfe unter die Pfeiler gelegt. Als Ersatz des Lebendigen gilt das Ei. Wir erinnern an das Ei im Castello dell' uovo in Neapel. Ein Ei fand sich im Gemäuer einer Kirche zu Iserlohn. In Banja an der Tavna in Bosnien fand man beim Umbau der im zwölften Jahrhundert gestifteten Klosterkirche unter der Schwelle in einer ausgesparten Höhlung außer dem Gerippe einer Henne ein unversehrtes Ei. Als man in Berlin im Januar 1877 bei einem Bau auf die Grundmauern des ehemaligen Kunstpfeiferhauses stieß, welches im 16. Jahrhundert errichtet worden war, fand man darin neben dem Gerippe eines Hasen ein Hühnerei, beides jetzt im märkischen Museum.

Recht deutlich erzählt eine Sage aus Serbien, wie der Geist des Bauplatzes, der Erdenherr, um seinen Boden unter Forderung größerer und kleinerer Opfer feilscht. Ein Bauer hatte das Kind eines Flußgeistes durch Zuruf vor einem heranschleichenden Wolfe gerettet. Zum Dank dafür übermittelte ihm der Flußgeist, welcher in Gestalt eines weißbärtigen Greises erschien, eine heilbringende Baustelle. Auf dem Besitztum des Mannes schlug der Alte mit einem goldenen Stab auf die Erde und sprach: „Grundherr, welchen Preis forderst du, wenn ich hier ein Haus erbaue?“ Antwortete ihm eine Stimme aus der Erde: „Alles, was im Hause Leben hat.“ — „So viel gebe ich nicht“, sprach der Alte und schlug an einer anderen Stelle mit der gleichen Frage auf. Die Stimme forderte „den Hausherrn und die Hausfrau“; bei weiteren Versuchen: „die Henne und das Küchlein“; ferner: „Ein Häuptchen Knoblauch.“ Beim Aufklopfen an einer fünften Stelle lautet die unterirdische Antwort: „Ich fordere dir gar nichts. Ja, ich will dir noch jahraus jahrein von jeder Gattung Haustieren ein Stück Zuwachs geben, wenn du hier ein Haus erbauest.“ Da sprach der Weißbart zu dem Retter seines Kindes: „Hier führ' ein Haus auf“. Der versprochene Segen traf ein und bewies, daß die Stätte eine glückliche war.

Eine Überleitung zum Menschenopfer bildet der Aberglaube, welcher bei den für Grundsteinmärchen so überaus ergiebigen Südslaven gängig ist und namentlich aus dem modernen Griechenland, Mazedonien und Bulgarien gemeldet wird: man müsse es vermeiden, sich einem in der Gründung begriffenen Bau zu nähern; die Maurer seien dann schnell bei der Hand, den Schatten des Hinzutretenden einzumauern, und der Unvorsichtige müsse binnen Jahresfrist sterben. Bei der Grundsteinlegung einer Brücke in Mazedonien wurde durch das Los aus ihren Gefährtinnen ein Mädchen bestimmt, das sich gegen die Sonne stellen mußte, während die Bauleute ihren Schatten einmauerten. Der Schriftsteller Karanow, welcher dies erzählt, gedenkt eines Volksliedes: „Dülga Neda sjenka njema“, „Lange Neda ohne Schatten.“

Der Beginn geordneten Zusammenlebens wird nach der biblischen Überlieferung durch den Brudermord Kains bezeichnet, des ersten Städtegründers.

Als Jehoschua bei der Eroberung Kanaans die Stadt Jericho vernichtet hatte, ließ er folgendes beschwören: „Verflucht sei der Mann vor dem Ewigen, der auftritt und bauet diese Stadt Jericho. Mit seinem Erstgeborenen leg' er ihren Grund und mit seinem Jüngsten stell' er ihr Türen!“ (Jos. 6, V. 25.) Wahrscheinlich überließ man es Jahwe, sich sein Opfer selbst hinwegzuraffen. Im Buche der Könige I, 16, V. 34 heißt es: „Zur Zeit Achabs, des Sohnes Omris, Königs über Jisraël (nach 920 v. Chr.), baute Chiel, aus Bet El, Jericho; mit Obiram, seinem Erstgeborenen, legte er ihren Grund und mit Segub, seinem Jüngsten, stellte er ihre Türen, nach dem Worte des Ewigen, das er geredet durch Jehoschua, den Sohn Nun.“ Pomponius Mela (I, 7) erzählt von den Altären der Philäner, deren Stelle im südlichsten Hafenort der großen Syrte zu suchen ist: „Die Karthager und Cyrenaiker hatten bereits lange über ihre Grenzen Krieg geführt, auch das Abkommen, wonach ‚die Scheide dort sein sollte, wo die gleichzeitig beiderseits abgesandten Läufer zusammenträfen, nicht inne gehalten. Die Gebrüder Philaenus,

setzten es, von Karthago beauftragt, durch, daß die Grenze von neuem festgelegt wurde, und ließen sich alsdann dort lebendig begraben." Wahrscheinlich ward ihnen, als grenzschützenden Heroen auf den nach ihnen benannten Altären von beiden beteiligten Nationen geopfert. Über die Tötung des Remus bei Gründung der Mauern Roms, über das auf dem Capitolium gefundene blutige Menschenhaupt ist an seinem Orte gesprochen worden.

In Schottland herrscht der Glaube, daß die Picten, welchen dort Bauten vorgeschichtlicher Zeit zugeschrieben werden, deren Grundsteine in Menschenblut gebadet hätten. Nennius (IX. Jahrhundert) erzählt in der Historia Britonum, daß König Vortegirn (um 480 n. Chr.), welcher die Sachsen in Britannien aufgenommen hatte, aus begründeter Furcht vor den Ankömmlingen sich einen stark befestigten Wohnplatz auf dem Berge Erir sichern wollte. Seine Wahrsager verkündigten ihm: „Wenn du die Burg nicht mit dem Blute eines vaterlosen Knaben besprengst, wird sie niemals für die Ewigkeit stehen." Der König verzichtete auf den Bau, als der aufgefundene Knabe, Ambrosius, ihm entdeckte, daß der Boden des geplanten Herrschersitzes von zwei Drachen, Sinnbildern des britischen und des sächsischen Volkes, unterwühlt werde.

In der Cornouaille, dem südlichen Teil der Bretagne, gilt die Brücke von Rosporden für überaus fest. Ihre Vorgängerinnen waren immer nach kurzem Bestehen vom Wasser fortgerissen worden, so daß man endlich an bösen Zauber glaubte. Da gab eine mit geheimnisvollem Wissen vertraute auswärtige Frau den Rat, in eine ausgesparte Nische der Grundmauern einen kleinen Knaben lebend einzuschließen. Gegen eine reichliche Geldspende ließ sich eine entartete Mutter bereit finden, ihr Kind herzugeben. Unter großer Feierlichkeit ward das unschuldige Geschöpf eingemauert, nackt, in der einen Hand eine geweihte Kerze, in der anderen ein Stück Brot. Die Brücke ward danach ohne Zwischenfall beendet und widersteht seit Hunderten von Jahren dem Anprall der Wogen. Aber wie oft hat man in düsterer Nacht das unglückliche Kind nach seiner Mutter schreien hören! Wie am Tage seiner Opferung wiederholt es unaufhörlich den Ruf:

„Mutter, meine Kerze ist erloschen,
Und vom Brote blieb mir nicht ein Krümchen!"

In den Wall von Kopenhagen mauerte man ein kleines Mädchen ein. Man setzte es an einen Tisch auf einen Stuhl und gab ihm Spielzeug und Speisen. Während es vergnügt spielte und aß, schlossen zwölf Meister eine Wölbung über ihm und warfen unter schallender Musik den Wall auf, der seitdem unverrückt gestanden hat. Von mehreren deutschen Burgen gehen ähnliche Sagen. Um die Burg Liebenstein in Thüringen fest und uneinnehmbar zu machen, kaufte man ein Kind von seiner Mutter und mauerte es ein. Es aß einen Kuchen und rief, während die Mauer wuchs, der Mutter zu: „Ich sehe dich noch", und etwas später: „Mutter, ich sehe dich noch ein wenig", und als man den letzten Stein auflegte: „Mutter, ich sehe dich nicht mehr." Dem Pascha von Novi in Bosnien rissen die Wilen des Nachts wieder ein, was er Tags an seinem Burgbau aufführte. Endlich forderten sie von ihm, er solle aus dem Lateinergebiete ein weißes Lateinerkind rauben, einer Mutter einziges Kind, und es in den Wall mauern. Er tat so und brachte die Burg fertig. Unter einer besonders kühn aufgeführten Mauer des Schlosses Suram in Südgeorgien ist der einzige Sohn einer Witwe eingemauert. Das rührende Gespräch, das er bis zur völligen Einschließung mit seiner Mutter führte, ist in gleicher Form, wie in der deutschen Sage, in einem Volkslied erhalten. Eine Stelle der Mauer bleibt ewig naß von den einst vergossenen Tränen der Mutter. Als der Radschah Sala Byne das Fort von Sialkot im englischen Indien baute, stürzte die Grundlage der südöstlichen Bastion immer wieder ein, bis auf den Rat eines Wahrsagers das Blut des einzigen Sohnes einer Witwe dort vergossen ward.

Die den Hafen der Stadt Hiogo in Japan schützende angeblich künstliche Insel Toukijima war zweimal hergestellt und zweimal vom Meere wieder fortgerissen worden. Der Bauherr Kiyomori wandte sich an einen Gelehrten, welcher ihm verkündete: „Nur auf dreißig menschlichen Pfeilern errichtet, kann die Insel Bestand haben." Sofort erging der Befehl, auf den Landstraßen die erforderliche Anzahl von Opfern aufzugreifen, die ins Meer versenkt den dort ansässigen Drachen besänftigen sollten. Die Gefangenen aber und ihre Verwandten und Freunde erhoben so laut Einspruch gegen die geplante Maßregel, daß Kiyomori schließlich auf deren Durchführung verzichten mußte. Da erbot sich ein Jüngling, Matouwo Kotöi, freiwillig für die dreißig zu sterben, in der Hoffnung, daß der Drache durch dieses eine Opfer zufriedengestellt werde. Kiyomori ging darauf ein. Matouwo wurde in einen steinernen Sarg gelegt und in das Meer versenkt, worauf die Insel ohne weitere Störung aufgeschüttet werden konnte. So geschehen angeblich im Jahre 1161 n. Chr. Auch ein Bericht aus dem 17. Jahrhundert erwähnt des Glaubens der Japaner, daß eine auf dem Leichnam eines freiwillig sich opfernden Menschen errichtete Mauer gegen jeden Unfall geschützt sei.

Den Südslaven, wie es scheint, ausschließlich gehört die Sage von der eingemauerten Frau an. Drei fürstliche Brüder Helden der serbischen Volkssage, Paladine Duschans des Gewaltigen, welcher 1358 starb, nämlich der König Wukaschin, der Woiwode Uglescha und der junge Fürst Gojko, unternahmen es, die Feste Skadar (Skutari) zu erbauen. Schon drei Jahre lang bauten dreihundert Maurer unter dem Meister Rad, konnten aber nicht einmal den Grund festigen. Endlich eröffnete ihnen die Wila, ein gefürchtetes elbisches Wesen des Waldgebirges, sie würden nie den Bau vollenden, wenn sie nicht zwei leibliche Geschwister mit den auf festes Bestehen hindeutenden Namen Stojan und Stojana (Constans und Constantia) in den Grund mauerten. Da solche nicht gefunden werden, macht die Wila die Bedingung: diejenige von den Gemahlinnen der drei Brüder, welche am nächsten Morgen den Meistern die Mahlzeit bringe, solle in das Grundmauerwerk eingeschlossen werden. Die drei Brüder verpflichten sich durch Eidschwur, es dem Schicksal zu überlassen, welche der drei Frauen die erste auf der Baustelle sein werde. Trotzdem warnen die beiden ältesten Brüder ihre Gemahlinnen, und diese finden Vorwände, zu Hause zu bleiben. Nur Gojko verletzt seinen Eid nicht und sieht mit Schrecken sein junges Weib dem Bauplatze nahen. Er will sie noch im letzten Augenblick durch die Erinnerung

an die Pflege ihres Säuglings zurückscheuchen; aber schon ergreift man sie und häuft Steine und Bäume um sie. Zuerst hält sie es für einen Scherz. Als sie aber des Ernstes inne wird, fleht sie vergebens die Schwäger und den Gatten an, sie zu retten. Endlich bittet sie den Meister um Gottes Willen, Öffnungen vor ihrem Busen und vor ihren Augen in dem Wall zu lassen, damit sie noch ihren Säugling tränken, noch nach ihrem Hofe sehen könne. Noch jetzt wird jene Stelle der Mauer durch weißgefärbte Feuchtigkeit bezeichnet, deren Rückstand von Müttern, welchen es an Nahrung fehlt, abgeschabt und eingenommen wird. Sie glauben, so müsse ihnen die Muttermilch wiederkehren.

Eine ähnliche kürzere Legende betrifft die Burg Tesanj in Bosnien. In Rumänien hat in die Kathedrale von Curtea de Argesch (um 1300) der Meister Manole sein junges Weib Florica eingemauert. In Bulgarien gilt eine ähnliche Sage der Brücke des Strumaflusses zwischen Küstendil und Dubnica. Die Mostarer Bogenbrücke in der Herzegowina erbaut Meister Rade, nachdem er auf Befehl der Wila ein Liebespaar in die Grundfesten eingeschlossen.

Sind auch alle diese Berichte märchenhaft, so ist doch nicht zu bezweifeln, daß menschliche Bauopfer in Europa vorgekommen sind. Unter der Jahreszahl 1463 wird vermeldet, daß, als der zerbrochene Damm der Nogat wieder hergestellt werden sollte, ein Unbekannter anriet, einen lebenden Menschen dort in den Fluß zu werfen, worauf die Bauern einen Bettler betrunken machten und im Damm begruben. Aus Afrika, Hinterindien, Polynesien wird der grausame Brauch als erst vor kurzem erloschen oder noch bestehend vielfach erwähnt. Aus Guinea im mittleren Afrika wird berichtet, daß man früher vor dem Haupttore einer Ansiedlung einen Knaben und ein Mädchen lebendig begraben habe, um den Ort dadurch uneinnehmbar zu machen. Ein Bambarahäuptling hat ein ähnliches Opfer einst im großen Maßstabe ausführen lassen. Aus Groß-Bassam und Joruba werden gleichfalls menschliche Bauopfer gemeldet. Der Name Dahomé, „Bauch des Da“, wird vom Könige Da von Abomé hergeleitet, welcher mit aufgeschnittenem Bauch durch Tacoonda, dem Gründer des Dahoméreiches, auf der Baustelle des neuen Palastes begraben wurde.

In Asien sind buddhistische Klöster Siams und Kambodjas auf Menschengebeine begründet.

Über Torgründungen in Bangkok in Siam schreibt Monseigneur Bruguière in den Annalen der Propaganda 1831—32, daß, wenn man ein neues Tor in den Wällen der Stadt neu anlegt oder ein altes erneuert, es für unumgänglich gehalten wird, drei Menschen zu opfern. Nachdem der König im geheimen mit seiner Umgebung Rat gepflogen, sendet er einen seiner Offiziere zu dem Tore, welches erneuert werden soll. Dieser sucht, indem er öfter laut den Namen nennt, welchen man dem Tore geben will, die Aufmerksamkeit der Vorübergehenden zu erregen. Sehen sich solche nach ihm um, so werden sie sofort bis zur Zahl von Dreien durch die Wachtmannschaft ergriffen. Den Gefangenen ist der Tod dann unwiderruflich sicher. Keine Bitte, kein Versprechen, kein Geschenk kann sie befreien. Man stellt im Innern des Tores eine Grube her, über welcher in gewisser Höhe an zwei Seilen ein ungeheurer Balken wagerecht aufgehängt wird. An dem für das Opfer bestimmten Tage gibt man den drei Unglücklichen zunächst ein reichliches Mahl. Dann führt man sie in feierlichem Zuge zur Todesgrube. Der König und sein ganzer Hof begrüßen sie. Der König insbesondere beauftragt sie, treue Wacht über das ihnen anvertraute Tor zu halten und zu warnen, wenn sich Feinde oder Aufrührer drohend nahen. Alsdann zerschneidet man die Seile, und die unglücklichen Opfer des Aberglaubens werden durch den herabstürzenden Balken zerschmettert. Die Siamesen glauben, daß die Seelen der Getöteten in jene Geister verwandelt werden, welche sie „Phi“ nennen.

Die Stadt Mandalay in Birma, erst 1859 gegründet, bildet ein Geviert von $2\frac{1}{2}$ km Seite. An jedem Eckturm steht ein niedriger Kuppelstein, unter welchem, sowie unter den Toren, ferner auch unter dem Thron des abgesonderten königlichen Stadtteils, menschliche Schlachtopfer begraben sein sollen, damit ihre Geister den Ort schützen. Damals sollen besonders jüngere Leute bestimmten Namens, unter gewissen Sternenzeichen und an günstigen Tagen geboren, sich bedroht geglaubt haben. Die Furcht, welche sich des Volkes bemächtigt hatte, ist noch unvergessen. Niemand wagte auszugehen. Veranstaltete Schauspiele fürchtete man als böswilligen Hinterhalt. Der König, welcher solche Opfer gern vermieden hätte, soll nicht umhin gekonnt haben, dem Drängen seiner Ratgeber Folge zu leisten.

Auf den Südseeinseln setzt sich der Brauch in gleicher Anschauung fort. Die Milanau-Dajaks an der Redjangmündung auf Borneo gruben bei Erbauung ihres größten Hauses ein tiefes Loch für den ersten Pfosten, welcher darüber aufgehängt wurde. Dann wurde eine Sklavin in die Aushöhlung gebracht. Auf ein Zeichen wurden die Stricke des schweren Balkens zerschnitten, und dieser zerschmetterte herabstürzend das Mädchen. Beim Bau einer Häuptlingswohnung in Rewa, auf einer der Fidschi-Inseln, stieg, wie ein Augenzeuge, John Jackson, berichtet, in jedes der für die Grundpfosten bestimmten Löcher ein Sklave, der dann lebendig mit Erde überschüttet wurde, und auf dem man die Pfosten errichtete. Das Haus des Kriegsgottes Oro auf Huahine, einer der Gesellschaftsinseln, war auf zahlreichen Pfosten erbaut, die beim Aufrichten alle durch lebende Menschen getrieben waren. Auch in Polynesien herrscht die Vorstellung, daß die Geister der Geopferten immerdar das Haus aufrecht erhalten werden.

Daß derartige Opfer auch dort, wo sie längst nicht mehr üblich sind, doch vom Volke noch für möglich gehalten werden, beweisen jene seltsamen panischen Schrecken, die gelegentlich immer wieder auftreten. Noch im Jahre 1843, als bei Halle eine neue Brücke gebaut werden sollte, verbreitete sich das Gerücht, daß dazu ein Kind in das Fundament gemauert werden müsse. Als in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in Brod an der Save eine Weberschule für Bauernmädchen errichtet wurde, sprengten einige Feinde des Unternehmens aus, man hätte die zwölf Mädchen, welche dort Aufnahme gefunden hatten, lediglich nur nach Brod gelockt, um sie an das kaiserliche Aerar nach Bosnien zu verkaufen, wo sie in die neuen Fortifikationen gemauert werden sollten. Es kostete nicht geringe Überredung, bis man die in ihr Elternheim geflüchteten Mädchen wieder zurückbekam. Im Jahre 1893 wurde von der Times of India aus Laksham in Tipperah (Bengalen) die Nachricht

gebracht, daß dort ein panischer Schrecken die Bevölkerung ergriffen habe, weil man glaube, daß zum Bau einer Eisenbahnbrücke über den Fennyfluß die Köpfe von hundert Kindern als Opfer verlangt würden. In China richtet sich der gleiche Aberglaube gegen die fremdländischen Eisenbahningenieure. Das Volk ist dort fest davon überzeugt, daß zu jedem Bahnbau Menschenopfer erforderlich seien.

Die Neuzeit.

Die katholische Kirche hält seit Jahrhunderten den Grundsteinbrauch fest, wie ihn das Pontificale romanum vorschreibt. Ort und Baustelle des Gotteshauses wird durch den Bischof bezeichnet, nachdem die zur würdigen Durchführung des Dienstes und zur Erhaltung des Bauwerks erforderlichen Mittel gesichert sind. Ein Kreuz aus Holz wird am Tage vor der Grundsteinlegung an Stelle des künftigen Altars befestigt. Der Bischof, angetan über dem Rochetum oder dem Superpelliceum mit Amictus, Alba, Cingulum, Stola und weißem Pluviale, eine einfache Mitra auf dem Haupte, den Hirtenstab in der Linken, segnet zunächst Salz und Wasser und vermischt es. Dann besprengt er den Platz: wo das Kreuz steht, während der Chor die Antiphon singt, „Stelle auf das Zeichen der Erlösung, Herr Jesu Christe, an dieser Stätte und laß nicht zu, daß hereintrete der Engel der Zerstörung." Darauf der Psalm 84: „Wie lieblich sind deine Wohnungen, usw." und Gebet. Der Bischof segnet den Grundstein unter dem Wechselgesang, welcher die Stellen enthält: „Der Stein, den die Bauleute verworfen, dieser ist zum Eckstein geworden" und „Du bist Petrus usw." Gebet mit Bezug auf Christus als Eckstein und Grundstein. Der Bischof besprengt den Grundstein, welcher viereckig und winkelrecht sein soll, ritzt mit einem Messer dreimal das Zeichen des Kreuzes auf den Stein im Namen des Vaters, des Sohnes und des heiligen Geistes. Nach abermaligem Gebet werden die gewöhnlichen Litaneien gesprochen, und nach fernerem Gebet wird der Mörtel bereitet. Wechselgesang: „Da Jakob frühe aufstand —", Psalm 127: „Wo der Herr das Haus nicht bauet —." Der Bischof berührt und legt selbst den Grundstein im Namen der Dreieinigkeit. Nachdem der Baumeister den Stein mit Mörtel gefestigt, sprengt der Bischof Weihwasser darüber und umgeht sprengend in drei Absätzen die Grundmauern, wenn sie begonnen sind, oder die Fluchten des Gebäudes, wenn sie erst abgesteckt sind. Hierzu wieder Wechselgesänge, Psalmen, Gebete, namentlich Psalm 87: „Sie ist festgegründet auf den heiligen Bergen" und Psalm 122: „Es müsse Friede sein in deinen Mauern usw." Der Bischof kehrt zum Grundstein zurück; Gebet: „Gott, der du aus aller Heiligen Gemeinschaft gründest die ewige Wohnung deiner Majestät, gib deinem Hause himmlisches Gedeihen, auf daß, was nach deinem Befehl gegründet wird, unter deinem Segen vollendet werde, durch Christum unsern Herrn", Hymnus: „Veni, Creator Spiritus." Schlußgebet: „Es steige herab, wir bitten dich, Herr, unser Gott, dein heiliger Geist auf dies im Bau begriffene Haus. Er heilige darin unsere und deines Volkes Gaben und reinige die Herzen durch Christum, unseren Herrn usw." Segnung des Volks, Ablaßerteilung, heilige Messe.

Der Brauch der Gründungsfeier nichtkirchlicher Gebäude scheint in der Neuzeit gegen früher an Verbreitung noch zugenommen zu haben. Die Völker Europas, welche den Erdball mit den Netzen ihrer Handelsverbindungen und Niederlassungen umspannen, insbesondere die das Übliche gern bewahrenden Angelsachsen, haben die Gewohnheit der festlichen Grundsteinlegung überall hingetragen. Die gebildete Gesellschaft hat dabei allen Aberglauben abgelegt, diejenigen Teile des Verfahrens, welche aus abergläubischen Beweggründen hervorgegangen sind, verstandesgemäß umgedeutet und übt namentlich die vorbildliche Mitarbeit mit Nachdruck aus, nicht ohne die Dreiheit in Werk und Spruch, wahrscheinlich infolge christlicher Anregung, besonders zu betonen.

Die Anordnung der Einzelheiten einer profanen Grundsteinlegung steht im Belieben des Veranstalters. Der rechte Ort und die rechte Zeit werden nach irdischen Erwägungen bestimmt. Die Ausschmückung des Platzes, die Lage des Steins stehen völlig frei. Der Stein erhält eine Höhlung für die Einlagen, deren fromme Bedeutung so vollständig vergessen ist, daß man sie ausdrücklich nur der Nachwelt geweiht denkt, selbst beigegebenen Wein und Getreidekörner. So wurde bei Gründung des Niederwalddenkmals am 16. September 1877 die auf Pergament schön geschriebene, vom Kaiser und den übrigen erlauchten Anwesenden unterzeichnete Urkunde in einen Bleikasten gelegt und in den Grundstein versenkt; dazu die größeren deutschen Zeitungen in je einer Nummer, Exemplare der in der Nähe erscheinenden Blätter, sonstige Drucksachen und Zeichnungen, die das Denkmal betrafen; ferner Stücke aller Münzen, welche in Markwährung geprägt werden, und je eine Flasche Rüdesheimer und Aßmannshäuser. Getreidekörner und Wein wurden am 18. Mai 1893 in den Grundstein des Rathauses in Pforzheim gelegt. Auch Schaumünzen feiern noch oft das Ereignis, werden in den Grund gelegt und an die Festgenossen verteilt. Der künstlerischen Ausgestaltung der Gründungswerkzeuge widmet man oft besondere Sorgfalt. So benutzte Nikolaus II. zur Legung des ersten Steins der Brücke Alexanders des Dritten in Paris eine Kelle und einen Hammer (Abb. 17 bis 19), welche ihm danach als Andenken verehrt wurden. Die Werkzeuge waren von dem Goldschmied Falize hergestellt. Die Kelle, ganz aus feinem Golde, wiegt 750 Gramm. Die Fläche derselben, 12½ cm lang auf 6 und 10 cm Breite, nennt in Lapidarschrift das Datum der Feierlichkeit und die Namen der hohen Teilnehmer. Der Griff zeigt das Wappenbild der Stadt Paris, das Schiff, darüber den Spruch: „Fluctuat nec mergitur"; ferner einen Olivenzweig und darunter den Flußnamen Sequana. Der stählerne Hammer (Abb. 17 u. 18) trägt in Gold die Worte Pax und Robur und auf seinem elfenbeinernen Griff, der 31 cm lang ist, die Zeichen R. F. (République Française) und das Monogramm N. (Nicolas), durchflochten von Eichen- und Ölzweigen. Ein ganz ähnlicher Hammer, auf welchem der Buchstabe F. den Anfangsbuchstaben des Selbstherrschers ersetzt, wurde für den Präsidenten Felix Faure angefertigt. Der Federhalter, dessen sich der Kaiser und der Präsident zur Unterzeichnung des Protokolls der feierlichen Handlung bedienten, stellt aus grünem Golde einen 27 cm langen Rohrstengel der Seine dar. Er führt die Daten 1896—1900 und das Bild beharrlicher Arbeit, eine Ameise. Das Kästchen, welches die Urkunde aufnahm und danach in die Höhlung des Grundsteins eingeschlossen wurde, war glatt

aus Nußbaumholz gearbeitet, mit Stahl beschlagen und ausgekleidet (Abb. 16). Auf einem Schildchen an der Vorderseite las man die Inschrift: „Pont Alexandre III, 7. Octobre 1896“.

Die vorbildliche Arbeit besteht, nachdem der steinerne Deckel auf die Höhlung des Grundsteins gelegt ist, in dem Verstreichen der Fuge zwischen Deckel und Stein und der Festigung des Deckels mittels dreier Hammerschläge. Die Führung der Schläge begleitet man mit einem Spruch. Nach alter Überlieferung der Steinmetzen sollen die Hammerschläge im Dreieck auf den Stein fallen: zuerst auf die dem Schlagenden abgewandte Spitze, dann auf die linke, zuletzt auf die rechte Seite des Dreiecks. Man dachte dabei an die Dreieinigkeit oder an „Weisheit, Schönheit, Stärke.“ Nichts hindert jedoch, die Handlung mit Anrufung irgend einer andern Dreiheit zu begleiten. So führte Kaiser Wilhelm I. die Hammerschläge auf den Grundstein des Niederwalddenkmals mit den Worten:

„Den Gefallenen zum Andenken,
Den Lebenden zur Anerkennung,
Den Nachkommenden zur Aneiferung“,

demselben Spruch, den sein Vater bei Gründung des Kriegerdenkmals auf dem Kreuzberge bei Berlin gesprochen hatte.

Bemerkenswert durch die immer wiederkehrende Betonung der Dreiheit ist die Grundsteinlegung zum Reichstagsbau in Berlin, welche in der Mittagstunde des 9. Juni 1884 vor sich ging:

Der Grundstein hatte seinen Platz in der kurzen Hauptachse des Hauses unter dem Hauptzugange zum großen Sitzungssaale. Hier war er als ein freistehender weißschimmernder Steinkörper auf der Sohle der Baugrube aufgestellt. In derselben Achse auf der Ostseite stand der kaiserliche Pavillon, ein in Achteckform vorspringender offener Bau, mit einem purpurnen Zeltdach bedeckt, das von einer goldenen Kaiserkrone zusammengehalten wurde. Die Enden des Purpurbehangs waren mit goldenen Reichsadlern geziert, die Zeltstangen mit Gewinden von Lorbeerblättern umrankt und mit Silberschilden, die den Namenszug des Kaisers tragen, behängt. Hinter dem Zelt erhob sich der Mast, an welchem bei dem Eintritt des Kaisers die kaiserliche Standarte aufgezogen wurde. In mächtigem Halbkreis dehnten sich rechts und links die Tribünen für die Festteilnehmer, behängt mit roten Stoffen, nach außen hin eingerahmt durch hohe Masten, die mit Laubgehängen verbunden, mit Fahnen und Trophäen geschmückt waren. Hinter dem Grundstein nach Westen zu war eine Kanzel aufgerichtet und hinter dieser ein Podium für die Sänger des Domchors und die Musik, flankiert von den Podien für die Mitglieder des Reichstages.



Abb. 16. Urkundenkästchen.

Abb. 17.

Abb. 18.

Abb. 19.

Abb. 17 bis 19. Werkzeuge zur Grundsteinlegung der Brücke Alexanders III. in Paris.

(Aus „Illustration“, 1896.)

Nachdem der Kaiser Wilhelm I. unter den Fanfarenklängen des Fürstengrußes erschienen war, verlas der Reichskanzler Fürst Bismarck die Stiftungsurkunde. Diese wurde, sowie andere für die Nachwelt bestimmte Schriftstücke, als: der Allerhöchste Erlaß an das deutsche Volk, gegeben im Hauptquartier Versailles den 17. Januar 1871, betreffend die Erneuerung der deutschen Kaiserwürde; die Verfassung des deutschen Reiches; das Handbuch für das deutsche Reich auf das Jahr 1884; die Baugeschichte des Reichstagsgebäudes; Pläne der Stadt Berlin und ihres Weichbildes; ferner ein vollständiger Satz der Reichsmünzen, zusammengestellt aus Prägungen aller deutschen Münzstätten, in eine Kapsel verschlossen und unter Musikbegleitung in die Vertiefung des Steines gesenkt.

Der Kaiser und seine Umgebung traten alsdann an den Grundstein, wo der bayerische Bundesbevollmächtigte die Kelle mit einer glückwünschenden Ansprache überreichte. Der Kaiser verstrich den Mörtel um die Höhlung des Grundsteins, und die Schlußplatte wurde aufgepaßt. Der Präsident des Reichstags überreichte den Hammer mit dem Wunsche: „Das Haus erstehe und dauere, eine Stätte der Eintracht, der Weisheit, der Mäßigung zu des Volkes Wohl, zu des Reiches Hort, zu der alten Kaiserkrone neuem Glanz! Rede und Rat gehen von ihm aus frei und treu, fromm und wahr, schlecht und recht!“ Der Kaiser ergriff den Hammer und führte die drei Schläge auf die Verschlußplatte mit den Worten:

„Im Namen Gottes, zum Gedeihen und zur Ehre des deutschen Vaterlandes.“

Nacheinander traten der Kronprinz, der Prinz Wilhelm, Prinz Friedrich Karl, sowie die Prinzessinnen des königlichen Hauses heran, um ihre Schläge zu führen. Es folgten Fürst Bismarck, Graf Moltke, die Generäle, die Ritter des schwarzen Adlerordens, die Bevollmächtigten des Bundesrats, das Präsidium des Reichstages, die Minister, die Baukommission, die Baumeister. Inzwischen hatte die Musik eine militärische Weise gespielt, der ein Gesang des Domchors sich anschloß. Alsdann betrat Hofprediger D. Kögel die Kanzel und gab, den dreieinigen Gott anflehend, dem Bau drei Gottessprüche mit: „Gebt Gott, was Gottes ist, und gebt

dem Kaiser, was des Kaisers ist"; ferner: „Wie fein und lieblich ist es, wenn Brüder einträchtig beieinander wohnen"; endlich: „Die auf den Herrn harren, kriegen neue Kraft." Nachdem der Segen gesprochen, stimmte der Domchor den Choral an: „Nun danket alle Gott." Ein Hoch auf den Kaiser brachte der Reichstagspräsident aus. Der Gesang der Nationalhymne schloß die Feier.

Angabe der Quellen, soweit solche nicht im Text genannt sind.

Allgemeines: Lacken und Lobbeke: Otte, Kunstarchäologie — Palladium: Dionysius von Halicarnassus, I u. II.

Ägypter: Prof. Dr. Heinrich Brugsch, Die Ägyptologie, 1891, wonach auch die Jahreszahlen. — Derselbe, Aus dem Morgenlande, Altes und Neues. — Abusir: Mitteilungen der deutschen Orientgesellschaft, 1901 Nr. 10. — Dr. Johannes Dümichen, Baugeschichte des Denderahtempels, 1877. — Adolf Erman, Ägypten und ägyptisches Leben im Altertum, 1885. — W. M. Flinders Petrie, Ten years digging in Egypt, 1892.

Mesopotamische Semiten: M. Joachim Ménant: Babylone et la Chaldée, 1875, wonach auch die Jahreszahlen. — Perrot et Chipiez, Histoire de l'art dans l'antiquité, Tome II. 1884. — Dr. Franz Kaulen, Assyrien und Babylonien, 1899. — Mitteilungen der Orientgesellschaft, 1901 Nr. 10. — Dr. D. G. Lyon, Keilschrifttexte Sargons, 1883.

Israel: Dr. Zunz u. Gen., Die vierundzwanzig Bücher der heiligen Schrift nach dem masoretischen Texte, 1838. — Wellhausen: Geschichte Israels. — Bernhard Stade, Geschichte des Volkes Israel, 1888. — Bronzeplatte aus Palmyra: Perrot et Chipiez, h. d. l'art, Tome II. — Assarhaddon: Kaulen, Ass. u. Bab. — Grundsteinsagen der Rabbiner: Eisenmenger, Entdecktes Judentum, I, S. 160. — Theodor Hasaeus, De lapide fundamenti. — Ancillon, Dissertation sur l'usage de mettre la première pierre, 1701.

Punier, Griechen, Italiker: Griechische Ansiedlerzüge: Pausanias. — Aeneas: Virgils Aeneis, übers. v. Voß.

Römer: Die Falschmeldung des Romulus: Dionysius v. Halicarnassus. — Horoskop Roms: Plutarchus, Romulus. — Palilien: Ovidius, Fasti, IV, 721 u. f. — Etrusker: Karl Otfried Müller, Etrusker, wo genaue Quellenangaben. — Die palatinische Stadt: Baumeister, Denkm. des klassischen Altertums, 1889. — Luperсalien: Plutarchus, Romulus. — Capitolium: Dionysius v. Halicarnassus. — Antwort des Calenus: Plinius XXVIII. — Hochschätzung des Tempels: Marquardt, Römische Staatsverwaltung, 1878. — Germanicus: Tacitus, Ann., I, 60 bis 62. — Konstantinopel: Malalas und Zonaras.

Kirchliche Grundsteinlegungen des Mittelalters. Otte: Kunstarchäologie, wo die einzelnen Quellen genannt sind. — St. Denis: Historiae Francorum Scriptores, 1641. — Landric: Paradin, Mémoire sur l'histoire de Lyon. — Certosa: Luca Beltrami: La Certosa di Pavia, 1895. — St. Quirin in Neuß: Otte. — Montbrison: Albert Lenoir, Architecture monastique, 1852. — Ulm: Otte. — St. Moritz: Otte. — St. Kilian: Die Denkmalpflege, III Nr. 14. — Grands-Carmes u. Coelestiner: Lenoir.

Stadt- und Mauergründung im Mittelalter. Virgilius: Pfeiffers Germania, 1859. — Forli: Jakob Burckhardt, Kultur der Renaissance in Italien, 1878.

Fünfzehntes bis achtzehntes Jahrhundert. Vita di Filippo Strozzi il Vecchio. Tip. della casa di correzione. Firenze, 1851. — Friedländer, Die ital. Schaumünzen des XV. Jahrhunderts, 1882. — Nürnberg: Trésor, choix de méd. exécutées en Allemagne. — Dr. Gustav Wustmann, Der leipziger Baumeister Hieronymus Lotter, 1875. — Hohenzollern: nach Stillfried, Besch. u. Gesch. d. Burg. — Dr. Chr. Meyer, Selbstbiographie des Elias Holl, 1873.

Das Bauopfer: Dr. Friedr. S. Krauß, Das Bauopfer bei den Südslaven, in Mitt. d. anthropolog. Gesellschaft in Wien, XVII 16—24. — Grimm, Deutsche Mythologie. — Mélusine, 1888—89. — Vortegirn: San Marte, Sagen von Merlin, 1853. — Rosporden: Mélusine 1888—89. — Kopenhagen: Grimm. — Liebenstein: Bechstein, Thüringer Sagen. — Suram: Aug. Freiherr v. Haxthausen, Transkaukasien, 1856. — Sialkot: Bastian, Der Mensch in der Geschichte, III, 107. — Japan: M. v. Brandt, in Kobé. — Japan: Pinkerton, Anf. d. Cultur. — Skadar: Talvj, Volkslieder der Serben, 1853. — Curtea de Argesch: Aus Carmen Sylvas Königreich. — Nogatdamm: Bastian. — Dahomé: Waitz, Anthropologie der Naturvölker. — Siam u. Kambodja: Bowring, Kingdom and people of Siam. — Bangkok: Mélusine, 1888—89. — Tavoy: Pinkerton. — Mandalay: Bastian, Birma. — Borneo: Tylman and Bennet. — Rewa: Bastian, Ethnogr. Parallelen — Huahine: Wood, Natural History of Man.

Neuzeit: Pont Alexandre III: Illustration 1896.

Hoffassade des Palazzo Ducale in Lucca.

(Mit Abbildungen auf Blatt 43 im Atlas.)

Nach Bartolommeo Ammannatis Plänen erbaut, gehört der Palazzo Ducale in Lucca zu den größten Palastanlagen der Renaissance in der Toskana. Ebenso wie die östliche Straßenfassade dieses Palastes eine reichere Architektur als die anderen zeigt, verdient auch die Hoffassade dieses Teiles wegen ihrer architektonischen Ausbildung besondere Aufmerksamkeit. — Das Erdgeschoß des Hofes öffnet sich in weiten Bogenstellungen zwischen ionischen Pilastern. Der geschlossene Mittelbau mit der Durchfahrt, der an Motive Palladios erinnert, bildet eine in sich abgeschlossene Gruppe, die einen mächtigen Eindruck hervorruft. Über der Durchfahrt ist noch einmal im ersten Stockwerk eine Bogenstellung von kleineren Verhältnissen angeordnet, die einen vortrefflichen Übergang zu dem zweiten Stockwerk bildet und den Mittelbau wirkungsvoll belebt. Die beiden Risalite, welche den Mittelteil begrenzen, haben im Erdgeschoß flache Nischen und geben so den offenen Bogenstellungen einen festen Stützpunkt. Die Anlage von Fenstern über den Nischen lassen die Risalite in den oberen Geschossen leichter erscheinen. Bemerkenswert ist die architektonische Gliederung der Fassade, der jegliches Ornament

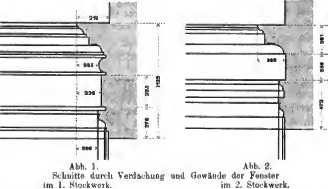


Abb. 1. Abb. 2.
Schnitte durch Verdachung und Gewände der Fenster im 1. Stockwerk. im 2. Stockwerk.

fehlt und die nach oben abnimmt. Sind im ersten Stockwerk noch Pilasterstellungen mit Kompositkapitellen angeordnet, so werden im zweiten Stockwerk die Flächen nur durch wenig vorspringende glatte Lisenen geteilt, zwischen denen die mit einfachen Gliedern umrahmten Fenster liegen. Über den Lisenen sitzt das Hauptgesims (vgl. Text-Abb. 4) nur durch einen schmalen Streifen Sandstein von diesem getrennt, der

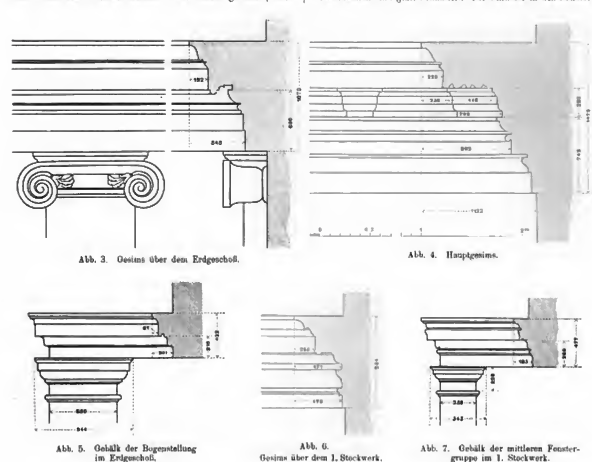


Abb. 3. Gesims über dem Erdgeschoß.

Abb. 4. Hauptgesims.

Abb. 5. Gebälk der Bogenstellung im Erdgeschoß.

Abb. 6. Gesims über dem 1. Stockwerk.

Abb. 7. Gebälk der mittleren Fenstergruppe im 1. Stockwerk.

Architrav und Fries ersetzen muß, aber gerade dadurch, daß das zweite Stockwerk so außerordentlich schlicht behandelt ist, wirkt das 1,48 m hohe und 1,13 m weite ausladende Hauptgesims mit seinen Konsolen und Kassetten außerordentlich günstig und gibt dem ganzen Bau einen wuchtigen Abschluß. Der monumentale Eindruck, der mit so bescheidenen Mitteln erreicht wird, wird unterstützt durch die bedeutenden Stockwerkshöhen. Bei einer Gesamthöhe von 25,75 m sind nur drei Geschosse vorhanden.

Die Baustoffe der Hoffassade sind Sandstein und glatter Putz. Das Erdgeschoß ist ganz aus Sandstein. Im ersten und zweiten Stockwerk sind nur die architektonischen Glieder aus diesem Stein. Im allgemeinen ist ein rötlich gelber Sandstein in ungleich großen Stücken ohne jeden durchgehenden Verband verwendet. Die Säulen, der mittlere Teil des Erdgeschosses, des ersten Stockwerkes und einige andere Architekturglieder sind dagegen aus einem bläulich grauen Sandstein. Die Flächen sind glatt behandelt. Die Baluster in den Fenstern des ersten Stockwerkes sind aus Marmor. Die Ausbildung der Fassade im einzelnen ist eigenartig und frei. Die Architekturglieder (vgl. Text-Abb. 1 bis 7) laden wenig aus und zeigen starke Unterschneidungen, wodurch die Wagerechte kräftig betont wird. Sie weisen darauf hin, daß diese Fassade im Gegensatz zu den anderen Hoffassaden, welche in Rustika-Architektur ausgeführt sind, später entstanden ist, im Anfang des 18. Jahrhunderts, und daß nicht, wie angenommen wird, Bartolommeo Ammannati, der 1511 bis 1592 lebte und ein Schüler Michelangelos war, ihr Schöpfer ist.

Berlin. C. Faerber, Reg.-Baumeister a. D.

Straßburger Holzbaukunst im 16. und 17. Jahrhundert.

(Mit Abbildungen auf Blatt 41 und 45 im Atlas.)



Abb. 1. Konsole. Nikolausstaden 20. Etwa 1620.

Keine der süddeutschen Städte weist noch heute eine derartige Menge von Holzhäusern auf, wie die alte Reichsstadt Straßburg. Bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts, d. h. bis zu der Zeit, da mit französischer Herrschaft welsche Sitte und Kunst sich breit machte, war die heutige Hauptstadt der Reichslande im wesentlichen eine „hölzerne Stadt". Zwar waren bei einem Brande am 15. August 1298 nicht weniger wie 355 Häuser zu Asche geworden. Aber damals war man den Holzbau noch so sehr gewöhnt, daß die Häuser ebenso, wie sie vorher waren, d. h. als Fachwerke wieder aufgebaut wurden. Mit den Franzosen erst kam die Vorliebe für die steinerne Front, und mehr, als vorher der Brand, vernichtete sie die Holzarchitektur und diesmal auf immer. Was übrig blieb, mußte noch einmal am Anfange des 19. Jahrhunderts den tünchenden Einfluß des Klassizismus über sich ergehen lassen, und was auch dieser verschonte, es ist glücklicherweise noch ein ganz beachtenswerter Rest, das kann uns heute ein Bild von Alt-Straßburg geben und uns erklären, wieso man die Stadt dereinst im Liede als die „wunderschöne Stadt" preisen konnte. — Die Fachwerke, die in Betracht kommen, waren nach dem in Südwestdeutschland ziemlich verbreiteten fränkischen Stile erbaut. Ihn kennzeichnen nach Oberbaurat Schäfer (Karlsruhe) die krummen Hölzer und seine schönste Zierde, der fränkische Erker, der für die ganze Fassade bestimmend ist. Seine Konstruktion, wohl von Schäfer zum ersten Male wieder untersucht und beschrieben, zeigt Text-Abb. 8. Eine andere Eigenart des fränkischen Stiles, ebenfalls aus der Abbildung ersichtlich, ist die sogenannte „Sosse", d. i. das Bohlenstück, welches die Köpfe der Gebälke nach außen verdeckt und gegen Wind und Wetter schützt. Sie ist einfach oder reicher gegliedert. Ihr Profil ist gewöhnlich mit dem des Rahmens und der Schwelle zusammengezogen (Text-Abb 9). Erst in ganz später Zeit und am Ende der Straßburger Holzbaukunst finden sich Beispiele — es sind deren heute noch zwei erhalten (Schiffleutstaden und Korduan-Gasse) —, an denen man die Sosse weggelassen und die Balkenköpfe einfach mit geschnitzten Brettstücken vernagelt hat (Text-Abb. 4).

Vielleicht ist dies auch nur eine Erinnerung irgend eines Zimmermannes, der auf seiner Wanderschaft den niedersächsischen Holzbau kennen lernte und ohne Verständnis den Eindruck der geschnitzten Balkenköpfe nachzuahmen versuchte.

Woraus der fränkische Erker entstanden ist, steht nicht fest. Vielleicht waren die beiden Bedürfnisse nach einer breiteren Fensterbank und einer breiteren Leibung, mit deren Befriedigung sich naturgemäß der tiefere Sturz verband, seine Ursache; vielleicht verdankt er auch sein Entstehen der Nachbildung der steinernen Fenster der Renaissancefassaden, deren Formen wir in ihm oft nachgeahmt finden, zumal da der Erker bei uns erst angewandt wurde, als die Renaissance in Italien bereits in voller Blüte stand.

Die Fassade des Hauses besteht aus einem steinernen Erdgeschoß, über dem sich die Fachwerkgeschosse erheben. Hierbei kragt gewöhnlich das unterste Fachwerkgeschoß um etwa 90 cm über. Das Maß dieses „Überhangs" war genau festgelegt und an der Südseite des Münsters in Stein gehauen, wo es jeder lesen konnte. Daß man trotzdem sich



Abb. 2. Plan von Straßburg.

Die noch vorhandenen Holzhäuser sind schwarz eingetragen.

zu sehr gewagten Konstruktionen hinreißen ließ, zeigt ein Beispiel an der alten Metzig (vgl. Zentralblatt der Bauverw. Jahrgang 1889, S. 55), wo man bei einer späteren Erhöhung des Erdgeschosses sich nicht scheute, das aufliegende Stück eines vorkragenden Balkens beinahe völlig abzuschneiden, ohne dem vorkragenden Teil die Belastung zu nehmen (Text-Abb. 7). Der Dachfirst läuft gewöhnlich mit der Front parallel, und nur selten weist der Giebel nach der Beschauer von außen an (Text-Abb. 13 und Abb. 9 Bl. 44). Es war also nicht möglich, an die Fensterseite wie heutzutage Möbel oder dergleichen zu stellen, sondern die ganze Front wurde zur Befriedigung des bei den engen Straßen begreiflichen Bedürfnisses nach Licht ausgenutzt. Geschnitzte Fachwerke ohne Erker finden sich in Straßburg nicht. Wie und woher der fränkische Erker nach Straßburg kam, weiß man nicht; entstanden ist er dort kaum.



Abb. 3. Blick in das Pflanzbadgäßchen vom Schiffahrtskanal aus.

Straße. Ein besonders gutes Beispiel hierfür bildet der in Text-Abb. 3 gegebene Blick ins Pflanzbad, der zugleich einen Beweis des hohen malerischen Reizes des alten Stadtteiles gibt. Jedes Stockwerk für sich besteht nach der Straße zu aus einer Reihe von Fenstern, die unmittelbar an den Rahmen des Fachwerks anschließen, deren Sturz oft sogar den Fensterrahmen bildet. Die Fensterbank liegt ungefähr 1,0 bis 1,10 m über dem Fußboden, und nur in diesem Zwischenraum ist an der Fassade das Fachwerk sichtbar, das auch hier noch zuweilen mit Schnitzereien geziert ist, wie das Beispiel Abb. 5 Bl. 45 vom Schiffleutstaden zeigt. Der Raum zwischen den Fenstern entspricht der Stärke der Holzpfosten; nur dort, wo eine Teilungswand auf die Fassade stößt, zeigt dies ein breiterer Pfosten dem







Abb. 1. Schiffleutstaden 23. 1676.

Es wird mit ihm wohl gegangen sein, wie es noch heute geht: irgendwo sah ein Baukundiger die Zierde und brachte sie im Kopfe oder im Skizzenbuche mit. Vielleicht hat Wendel Dietterlin, der Vielgereiste, manch neues Motiv dazugebracht. Seine eigentliche Blüte stammt nach Winkelmann (Straßburg und seine Bauten) von Hans Schoch, dem Erbauer des Heidelberger Schlosses, und seinem Zeitgenossen, dem Straßburger Stadtschreiner Veit Eck. Schoch kam 1585 nach Straßburg. Ihm widmeten 1598 die beiden Schreiner Jakob Guckeisen und Hans Ebelmann ihr „Schweyfenbuch“, in welchem sich eine Vorlagensammlung für die Schreinerkunst befand. Veit Eck veröffentlichte im Jahre 1596 mit Guckeisens Hilfe ein ähnliches Werk, in dem er seine Privatzeichnungen

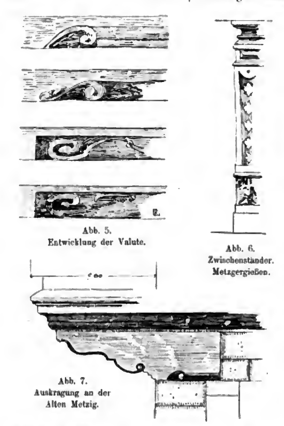


Abb. 5.
Entwicklung der Valute.

Abb. 6.
Zwischenständer.
Metzgergießen.

Abb. 7.
Auskragung an der
Alten Metzig.

wiedergab. Sicher aber waren schon früher sehr schöne Beispiele fränkischer Erker in Straßburg vorhanden. Zum Beweise hierfür mögen die Abbildungen von Erkereinzelheiten auf Bl. 44 dienen. Nach der eingeschnitzten Jahreszahl befindet sich der nachweisbar älteste Erker an dem Hause Ferkelmarkt Nr. 8 (Abb. 1 Bl. 44). Er stammt aus dem Jahre 1562. Seiner Zierweise nach gehört er zu der ganz einzig dastehenden Art der Kerbschnitzfenster, wie sie in noch einigen Beispielen in der Langen Straße aus dem Jahre 1566, dem Mühlenplan (Abb. 2 Bl. 44), dem Pflanzbad (Abb. 3 Bl. 44) und der Küfergasse vorhanden sind. Diese Art stirbt mit dem Jahre 1589 (das letzte Beispiel befindet sich in der Küfergasse Nr. 10) ganz plötzlich aus. Die anderen Erker von 1585 sind entweder ganz einfach, oder sie zeigen, wenigstens bei reicheren Arbeiten, kein Ornament, das von der Zierweise nach dem Jahre 1585, also dem Kommen Hans Schochs, wesentlich abweicht. Nebenbei sei hier noch bemerkt, daß, wenn die Schnitzereien am Kammerzellschen Hause (Text-Abb. 10), wie behauptet wird, tatsächlich von Hans Schoch herrühren, diese nur ein einziges ähnliches Beispiel in Straßburg haben, nämlich am Stefansplatz. Der letzte aus angebrachten Jahreszahlen zeitlich genau bestimmte Erker findet sich in der Freiburger Gasse. Er stammt aus dem Jahre 1676. In diesem Zeitraum von etwas über einem Jahrhundert entwickelten sich an den Fenstern zwei verschiedene Arten von Ornamenten. Die erste, im Entwurf schönere findet ihren Höhepunkt am Kammerzellschen Hause (Text-Abb. 10 und Abb. 7 Bl. 44). Sein Ornament ist in der Hauptsache das stilisierte Akanthusblatt und die Ranke, wie wir sie an den Fensterständern der Certosa bei Pavia finden. Leider steht sie in der Ausführung und Sicherheit der Messerführung bis auf wenige Beispiele weit hinter der zweiten zurück. Neben Einzelheiten vom Kammerzellschen Hause sei hier noch ein Fenster im Hofe unter den Gewerbslauben Nr. 57 (Abb. 4 Bl. 44) angeführt. Schöne Komposition, leider durch den Vandalismus der französischen Revolution arg mitgenommen, weist das Haus Pergamentergasse 2 (Abb. 9 Bl. 44) auf.

Anfangs des 17. Jahrhunderts werden Beispiele immer seltener, jedoch findet sich der letzte Erker dieser Art erst 1668 an dem Hause an der großen Metzig Nr. 3. Die zweite Art in ihrem Hauptschmuck, der derb ausgebildeten Volute in der Bank (wie später gezeigt werden wird, eine Folge der ersten), hat ihr erstes ausgeprägtes Beispiel an der großen Metzig Nr. 5 aus dem Jahre 1600. Sie zeichnet sich durch eine flotte Messerführung aus, die oft bis zur Unschönheit gekünstelte Formen zeitigt (sieh Eckpfosten Abb. 1 Bl. 45). Spielen an der ersten Art die Steinformen eine große Rolle, so ist es hier die mit dem Barock aufblühende Stucktechnik, an die sich die Ornamente anlehnen. Kartuschen, Fratzen und Fruchtgewinde im Verein mit der typischen Velute sind ihr Hauptmerkmal und ihre Hauptzierde. Aus vorstehendem Stadtplan (Text-Abb. 2) ist leicht ersichtlich, wie sich die noch vorhandenen Häuser über die Stadt verteilen; ich zählte deren noch 110 Stück. Bemerkt sei noch, daß die Fenster der ersten Art jedenfalls durchweg bemalt waren, während ich dies bei der zweiten Art mit Rücksicht auf die an sich schon sehr kräftig wirkenden Formen bezweifeln möchte. Leider sind heute von der ursprünglichen Bemalung nur noch sehr geringe

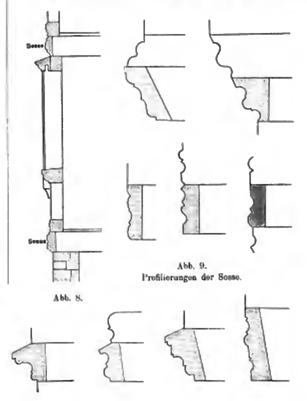


Abb. 8.

Abb. 9.
Profilierungen der Sosse.

Spuren übrig geblieben, so daß Sicheres hierüber nicht mehr gesagt werden kann. Was sich an bemalten Erkern heute findet, stammt erst aus dem letzten Jahrzehnt.

Um eine Vorstellung von der Größe der Fenster zu geben, mögen folgende Angaben dienen. Die lichte Höhe zwischen Sturz und Bank ist 1,50 bis 1,80 m, die lichte Breite zwischen den Ständern 0,66 bis 0,80 m. Die Stärke der einzelnen Hölzer wechselt an den verschiedenen Beispielen sehr, im allgemeinen gelten für Eichenholzfenster folgende Holzmaße für die Querschnitte Bank 18 zu 36 cm, wovon etwa 15 cm nach außen ragen, Eckständer 36 zu 36 cm, Mittelständer 22 zu 28 cm, Zwischenständer 11 zu 13,5 cm, der Sturz 36 zu 13 cm. Das Holz ist bei besseren Arbeiten Eichen- sonst Tannenholz. Der Fenstersturz macht die kleinste Veränderung durch. Er ist entweder einfach profiliert und schließt dann an die Sosse als Rahmen an, oder er ist mit einem Eierstab geschmückt und für jedes Fenster einzeln gearbeitet. Nur die mehr oder weniger barocke Gestalt des Eierstabes gibt hier einigen Aufschluß über die Zeit. Der Eckständer des Fensters ist mit merkwürdiger Beharrlichkeit als Säule der Kompositordnung gebildet. In den ersten Beispielen sind die Verhältnisse und die Ausführung schlecht, in den letzten der Barockzeit jedoch von wirklicher

Abb. 10. Kammerzellsches Haus

Schönheit. Daneben kommen, abgesehen von den einfach gefasten Ständern (wie auf Abb. 5 Bl. 44), noch solche mit Figurenschmuck vor, in besonders reicher und schöner Ausführung am Kammerzellschen Haus, jedoch sind auch hier die Figuren in der Revolution zerstört und erst in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wiederhergestellt. Barocke Formen aber mit schönem Linienschwung zeigt das Haus am Stefansplatz 1 (Abb. 1 Bl. 45). Die im Vergleich zu den Eckständern kleinen Zwischenständer sind bei den ältesten Fenstern Steinformen nachgebildet und nur mit Profil versehen. Am Kammerzellschen Hause, also 1589, stellen sie Hermen dar, in späterer Zeit kommen sie als Säulen mit Fratzen verziert vor (Text-Abb. 6). Zwischen Ständerende, Bank und Konsole entsteht ein glatter Raum, der gewöhnlich mit einem einfachen Muster ausgefüllt wird, einem Eckblatt, das in der Barockzeit eine kräftigere Ausbildung erhält. Die Konsole, in ihren Abmessungen ungefähr 50 bis 70 cm lang, weist in ältester Zeit außer dem geometrischen Muster der Kerbschnitzerei stets ein Akanthusblatt auf. Dies schmiegt sich der eigentlichen Form der Renaissancekonsole an. Bei reicheren Arbeiten zeigt der Akanthus an seinem unteren oder oberen Ende einen Tier- oder Menschenkopf. Nur das Kammerzellsche Haus macht hier wieder eine Aus-

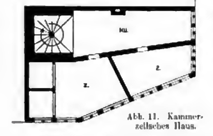


Abb. 11. Kammerzellsches Haus.



Abb. 12. Haus Ecke Krämergasse und Alter Fischmarkt. 1629.

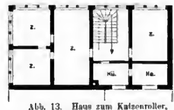


Abb. 13. Haus zum Katzenroller, Pergamentergasse 2. (Abgebrochen; Fachwerk jetzt am Direktorwohnhaus der höheren Töchterschule.)

nahme, indem sich an ihn auch Konsolen mit Köpfen und zwar ohne Akanthus finden (Abb. 4 Bl. 45). In der Barockzeit verschwindet der Akanthus an der Konsole; an seine Stelle tritt der Schnörkel, die Fratze oder die Kartusche mit dem Hauszeichen. Der für die Beurteilung der Zeit wichtigste Teil des Fensters ist die Bank. An ihr entwickelt sich die oben erwähnte Volute, die durch ihre Form dem Kenner fast auf fünf Jahre genau die Entstehungszeit des Fensters angibt. Der Hauptschmuck der ältesten Fensterbänke waren Akanthusgehänge (Abb. 10 Bl. 45). An ihren Enden schließen sie rechts und links mit Muscheln ab. In der Mitte tragen sie gewöhnlich ein Schild mit der Jahreszahl. Die Muschel erhält allmählich an ihrem spitzen Ende eine Umbiegung; an Stelle der Laubgehänge treten Ranken und lose Blätter, die Mitte ziert ein Engelköpfchen. Wieder später ist bereits die Muschel am Ende als solche vergessen, und die Volute wird sichtbar. Sie wächst und bildet sich immer stärker aus, drängt schließlich den Akanthus, der zwischen ihr und dem Mittelstück,



Abb. 14. Rabenhof aus dem Jahre 1580.
(Einstiges Absteigequartier Friedrichs des Großen.)

jetzt gewöhnlich ein Fruchtgehänge, steht, beiseite und zerteilt sich schließlich selbst noch einmal (Text-Abb. 5).

Zum Schluß sei noch einiges über die Grundrisse der Häuser gesagt. Die Stadt war im Platz beschränkt, daher sind die Häuser meist eng und winklig gebaut (Text-Abb. 15). Wirklich schöne Höfe, wie sie Nürnberg aufweist, sind mir nur zwei bekannt: der Rabenhof (Text-Abb. 14) und der Hof der Schlosser-Trinkstube. Die Stuben sind eng und klein, sie gehen ohne Gang meist ineinander, und die Dielenanlage des sächsischen Hauses fehlt ganz (Text-Abb. 12). Die einzelnen Stockwerke sind meist wie am Kammerzellschen Hause (Text-Abb. 11) durch eine Wendeltreppe aus Stein verbunden. Eine aus der Konstruktion entstandene Anordnung, wie Schäfer sie am sächsischen Holzbaustil gibt, läßt sich hier kaum finden, das Haus ist eben nicht ursprünglich für die Landwirtschaft gebaut, sondern gleich als Stadthaus entstanden.



Abb. 15. Schiffleutstaden.

Straßburg. Ernst Blaum, Architekt.

Einige Bemerkungen über den Dom in Speier.

Vom Oberstleutnant a. D. Ernst v. Sommerfeld in Weimar.

I.

Vor der gegenwärtigen abwechselnden Gestaltung der Pfeiler im Mittelschiffe des Domes in Speier, bei welcher die Gewölbträger eine stärkere Vorlage als die Zwischenstützen erhalten haben, wiesen die Pfeiler sämtlich die gleiche Bildung auf. Zwischen ihnen trat die Oberwand des Mittelschiffes in einer über den Fenstern rundbogig geschlossenen Blende 0,30 m zurück. Vor die Pfeiler war dagegen eine schlanke Säule vorgelegt, deren schlichtes unverziertes Würfelkapitell einen zweiten um die Fenster kreisenden Rundbogen trug. Die genannten Blenden hatten somit einen doppelten Rücksprung, eine Abstufung, während die Obermauern des Mittelschiffes über der vorderen Kante des durch das Säulenkapitell getragenen Bogens glatt emporstiegen.[1])

Bereits diese frühere gleiche Gestaltung der sämtlichen Pfeiler, welche das Mittelschiff in zwölf gleichwertige Joche zerlegte, soll unter folgender Begründung ihre Entstehung der Einwölbung des Mittelschiffes verdanken.

Die Gewölbebasilika bedurfte sowohl nach der Konstruktion wie nach der ästhetischen Seite eines anders gearteten Aufbaues der Mittelschiffswände als ihre flachgedeckte

1) Dehio und v. Bezold, Die kirchliche Baukunst des Abendlandes. Bd. I S. 463 II Absatz 2 und S. 465, Atlas Bd. II Tafel 173,2, 188,2; v. Quast, Die romanischen Dome des Mittelrheines zu Mainz, Speier, Worms, Bl. 3, 1; Meyer-Schwartau, Der Dom zu Speier, S. 125, 126, 130f. und Tafel 14.

Vorgängerin. Während allerdings die vorgelegten Halbsäulen dem bautechnischen Zwecke der Gewölbeunterstützung nur wenig entgegenkommen, diese Aufgabe vielmehr der großen Stärke der Mauern (2 m) und der ungewöhnlich dichten Aneinanderreihung der Pfeiler überlassen, soll „die Verselbständigung" der Pfeiler, welche einmal in den Blendarkaden und dann daran liegt, daß die Pfeiler über das nur das Innere der Blenden ausfüllende Gurtgesims ununterbrochen bis zur Kämpferlinie der Gewölbe aufsteigen, die durch das Schönheitsgefühl bedingte formale Seite mit „löblicher Klarheit" aussprechen.[2])

Allein ist denn dies wirklich der Fall?

Zunächst die bautechnische Seite. Das Würfelkapitell der vorgelegten Halbsäule trägt die vorderste Rundung der Blendnischen. Damit ist seine Aufgabe völlig erschöpft. Daß auf dem vorderen, durch die geringe Tiefe der Blendbögen freibleibenden Teile seiner Deckplatte an jedem zweiten Pfeiler noch ein Gewölbegurt sein Auflager gefunden haben sollte,[3]) wäre ebenso unorganisch wie ausgesprochen ästhetisch unschön. Zwei grundverschiedenen Herren dient sonst nirgends im romanischen Stile dieselbe Unterstützung. Wo dies dennoch verkommt, liegt lediglich ein Notbehelf vor, mit dem sich ein späterer Umbau, der frühere Bauteile weiter benutzen wollte, wohl oder übel abzufinden suchte.[4])

Abb. 1. Ursprünglicher Aufbau der Mittelschiffsmauern im Dome von Speier.

Die Pfeilergliederung mittels einer vorgelegten Halbsäule entbehrt also jeder für die Gewölbeanfänger berechneten Unterstützung. Eine Wölbung wäre nur unvermittelt und ohne trennende Quergurte als eine Art Stichkappentonne fortlaufend aus der Mauer herausspringend denkbar. — In der flachgedeckten Basilika läuft sodann die Eindeckung gleichförmig ohne scharf abgegrenzte, zu den Bogen in Beziehung stehende Abschnitte über die ganze Länge des Mittelschiffes hin. Die Oberwand über den Bogen kann daher gleichfalls in einheitlicher, durch keine senkrechte Gliederung unterbrochener Fläche dahinfließen. Die Deckengewölbe schlagen dagegen einen in regelmäßiger Aufeinanderfolge wiederkehrenden Rhythmus an, für welchen das Schönheitsgefühl eine entsprechende Vorbereitung in den Seitenwänden des Mittelschiffes, also gleichfalls eine rhythmisch sich wiederholende Einteilung derselben fordert. Aber der Rhythmus der Wände muß unbedingt mit demjenigen der Gewölbedecke in Einklang stehen. Nun überspringt der letztere in dem gebundenen System quadratischer Deckengewölbe im Mittelschiff stets eine Bogenstütze. Bei der gleichen Gestaltung aller elf Pfeiler in Speier dagegen läuft an den Wänden der Rhythmus ohne solche Überschlagung fort. Es würden hier daher zwei einander widersprechende Bewegungen neben- oder vielmehr übereinander hergehen.[5])

Die gleichmäßige Vorlage einer Halbsäule spricht also nicht für die Einwölbung der Decke, vollends nicht für eine Erkenntnis der durch die Deckengewölbe bedingten Umgestaltung der Pfeiler- und Wandgliederung „in löblicher Klarheit".

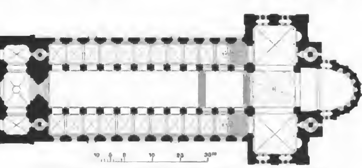


Abb. 2. Grundriß des ursprünglichen Kirchenschiffes im Dome von Speier.

Bisher galt Mainz gegenüber der in Rede stehenden Gestaltung des Speierer Mittelschiffes für den älteren Bau.[6]) Die neuere Forschung will dieses Verhältnis umkehren.[7]) Sie sieht in beiden Kirchen Gewölbebauten, aber in dem späteren Mainz keine Verbesserung, sondern eine unvollkommen verstandene Nachahmung.[8]) Für Speier wird damit das Verdienst und der Ruhm der ältesten Gewölbebasilika in Deutschland in Anspruch genommen.

In bezug auf die Zeitstellung beider Bauten zueinander kann der neueren Anschauung recht gegeben werden, schwer-

2) Dehio und v. Bezold Bd. I S. 465.

3) Meyer-Schwartau S. 135.

4) Meyer-Schwartau sieht schon darin eine Unzulänglichkeit, daß im Mittelschiffe des Domes in Mainz die vorgelegte Halbsäule außer dem Quergurt noch Grat- und Schildbogen tragen soll, S. 16. In Speier aber würde die einzige Kapitelldeckplatte für zwei völlig getrennte Gebiete — Seitenwandgliederung und Deckenwölbung — in Anspruch genommen worden sein.

5) Ein Einklang zwischen der Wand- und Deckengliederung wäre nur bei den rechteckigen Feldern des nirgends behaupteten oder nachgewiesenen ungebundenen Gewölbesystems vorhanden. Die enge Stellung der Pfeiler und die Breite des Mittelschiffes hätte zu übermäßig langen und schmalen Rechtecken geführt.

6) v. Quast S. 37 u. 38; Schnaase Bd. IV, 2 S. 111, 112; Otte, Romanische Baukunst S. 335.

7) Dehio und v. Bezold Bd. I S. 466; Lübke, Geschichte der Architektur S. 553, 554 scheint derselben Ansicht.

8) Dehio und v. Bezold Bd. I S. 466.

lich aber für die weiteren Behauptungen. Der in Rede stehende Bau von Speier war vielmehr noch auf eine flache Decke angelegt. Die älteste Gewölbekirche bleibt dagegen Mainz und ihr Baumeister nicht der mit geringerem Verständnis ausgerüstete Nachbildner, sondern der bahnbrechende Neuerer.

In Mainz rührt die gesamte gegenwärtige Pfeilergliederung unzweifelhaft aus der ersten, wenige Jahre vor Schluß des 11. Jahrhunderts beginnenden Bauzeit her.[9]) Nun findet sich hier nur an jedem zweiten Pfeiler eine Halbsäule zur Aufnahme des Gewölbes auf ihrem Würfelkapitell vorgelegt, während der Zwischenpfeiler ohne solche Vorlage glatt in die Höhe steigt. Der Grundsatz von der Notwendigkeit der Übereinstimmung des Rhythmus in den Gewölben und an den Wänden ist also gleich beim ersten Schritte richtig erkannt worden.

Nicht alles gelingt gleich auf den ersten Wurf bis zur Vollkommenheit. Vielleicht war in Speier nur das Gesetz der Wandgliederung überhaupt, aber nicht das höhere der Übereinstimmung mit der Deckengliederung erkannt worden! Aber dieser Einwand wird dem Verfechter des zeitlichen Vorranges von Speier in bezug auf die Deckenwölbung schlecht anstehen. Der ungeschickte Nachbildner von Mainz würde ja gerade in dem entscheidenden Punkte zum ausschlaggebenden Verbesserer werden!

Nach einer andern Richtung sind indes auch in Mainz noch nicht die letzten aus der Deckenwölbung sich ergebenden Folgerungen gezogen worden. Die flachgedeckte Basilika verlangte[10]) bei der überall gleichmäßig verteilten Last auch gleich starke Stützen. Der vermehrte Druck auf die Gewölbeanfallspunkte im gebundenen System beanspruchte dagegen in einer kräftigeren Gestaltung der Gewölbeträger seinen bautechnisch richtigen wie organisch lebensvollen Ausdruck. Die Hauptgewölbestützen weisen aber im Mainzer Dom noch die gleichen Maße wie die Zwischenpfeiler auf. Mithin kann auch in Speier die gleiche Abmessung aller Pfeiler nicht mehr als Beweis für eine vor der Deckeneinwölbung liegende Entstehungszeit derselben angeführt werden.[11]) Dies soll hier ausdrücklich eingeräumt werden.

II.

Auch die Blendnischen an den Wänden des Mittelschiffes sprechen ferner nicht für die Absicht der Deckenwölbung. Der Rücksprung von den vorgelegten Halbsäulen bis zur Vorderfläche der Pfeiler und von dieser letzteren bis zur Rückseite der Blendnischen beträgt jedesmal 0,30 m, also im ganzen 0,60 m.[12]) Diese Verringerung der Gesamtmauerstärke von 2,10 m (einschl. der Halbsäulen) erscheint doch für die „Verselbständigung" der Pfeiler oder für die „aufgegangene Erkenntnis, daß beim Kreuzgewölbe die zwischen den Pfeilern liegenden Wände ohne Gefahr für die Stabilität schwächer gebildet werden können"[13]), zu unbedeutend. Unter der Erkenntnis dieses Gesetzes würde sich der Gedanke der Wandblenden im Laufe der Entwicklung von Speier über Mainz nach Worms vertieft und nicht verflüchtigt haben. Die Blenden tragen lediglich das Aussehen einer dekorativen Wandgliederung. Hätte nicht sonst der an die Aufgabe der Deckenwölbung herantretende oder sie sicherlich weiter bildende Meister von Mainz diese konstruktive Anregung durch umfangreichere Gestaltung der Blenden aufgegriffen? Die flachere Bildung und der Schluß unterhalb der Fenster bezeugen deutlich ihre Anbringung nur von dem nebensächlichen Gesichtspunkt einer dekorativen Flächenbelebung aus.

III.

Schließlich wird auch die unverhältnismäßige Stärke der Mauern von etwa 2 m und die gedrängte Aufeinanderfolge der Pfeiler für die Absicht der Deckenwölbung angeführt.[14])

In der Bauzeit des Speierer Domes sind wesentlich drei Abschnitte zu unterscheiden:

1. Der Gründungsbau von Kaiser Konrad II. bis zu der Regierungsübernahme durch Heinrich IV. 1061 oder 1065.
2. Der Beendigungs- bezw. Umbau bis zum Tode Heinrichs IV. 1106.
3. Der Wiederherstellungsbau nach dem Brande von 1159.[15])

Der ursprüngliche Bau war natürlich auf eine flache Decke des Mittelschiffes berechnet. Die Ansichten gehen nun darüber auseinander, ob die Umwandlung in eine Gewölbebasilika in dem zweiten oder erst im dritten Bauabschnitt stattgefunden hat.[16]) Eine zweite Meinungsverschiedenheit sieht in dem zweiten Bauabschnitt entweder die Weiterführung und den Abschluß des in der Gründungszeit unvollendet gebliebenen Baus,[17]) oder den Um- oder Neubau der bereits damals im wesentlichen beendeten Kirche.[18])

9) Dehio und v. Bezold Bd. I S. 464.

10) Sofern nicht ein Entlastungsbogen in der Mauer einen Zwischenpfeiler überspringt.

11) v. Quast S. 34; Kugler, Kl. Schriften Bd. II S. 727.

12) Meyer-Schwartau S. 125.

13) Dehio und v. Bezold Bd. I S. 465 u. 466.

14) Dehio und v. Besold Bd. I S. 465; nach Meyer-Schwartau S. 125 beträgt der Pfeilerkern 1,80 m, während die vorgelegte Halbsäule einen Halbmesser von 0,30 m hat.

15) Dehio und v. Besold Bd. I S. 462 bis 464.

16) Für den 2. Bauabschnitt: Schnaase Bd. IV 2 S. 112; Dehio und v. Bezold Bd. I S. 463 ff. — Für den 3. Bauabschnitt: v. Quast S. 38, Kugler, Kl. Schriften Bd. II S. 728. — Zweifelhaft: Otte S. 224.

17) Otte S. 223; Schnaase Bd. IV, 2 S. 109; v. Quast S. 25 und 26.

18) Dehio und v. Bezold Bd. I S. 462 f; Kugler, Kl. Schriften Bd. II S. 726 bis 728; Meyer-Schwartau S. 40. — Nach diesseitiger Ansicht hat der Gründungsbau den Dom unvollendet gelassen. Zwar sagt der Chronist Ekkehard, daß Heinrichs III. den Dom vollendete „perfecit" (Meyer-Schwartau S. 38 Anm. 18). Ebenso wird er in den Schenkungsurkunden dieses Kaisers vom 6. Juni 1041 und vom 7. und 9. September 1046 als erbaut „constructa" bezeichnet (Meyer-Schwartau S. 38 Anm. 19 u. 22). Da aber der Dom von dem Zeitgenossen Lambert bei dem Tode Kaiser Heinrichs III. am 5. Oktober 1056 „adhuc imperfecta" genannt wird (Meyer-Schwartau S. 39 Anm. 29), so ergibt sich daraus mit unzweifelhafter Sicherheit, daß das damalige Mittelalter die Ausdrücke „perficere" und „construere" nicht erst von der Vollendung des Baues, sondern von jeder Bautätigkeit überhaupt gebrauchte. Für die wirkliche Beendigung eines Baues in allen seinen wesentlichen Teilen scheint „complere" der übliche Ausdruck gewesen sein (Meyer-Schwartau S. 42 Anm. 54 und S. 44 Anm. 66).

Ebenso weihte das Mittelalter die Kirchen abschnittsweise: Krypta, Chor, Langhaus und mit diesem letzteren das ganze Kirchengebäude. Die Weihe der Krypta fand am 1. September 1039 statt (Meyer-Schwartau S. 38 Anm. 16). Die Weihe vom Jahre 1061 (Meyer-Schwartau S. 40 Anm. 34) ist erst die zweite, von welcher berichtet wird. Sie wird sich daher mit viel größerer Wahrscheinlichkeit auf den Chor als bereits auf das Langhaus bezogen haben. Warum sollen die in der Urkunde vom 6. Juni 1041 (Meyer-Schwartau S. 38 Anm. 19) erwähnten priesterlichen Handlungen im oberen Chor, der allerdings vor der Vornahme gottesdienstlicher Handlungen der Weihe bedurft hätte, und nicht in der Krypta stattgefunden haben? Der Bischof Friedrich von Bolanden setzte unter dem 28. Juli 1281 einen neuen Tag für die Weihe des Domes fest, weil sich gerade über die Einweihung des Gründungsbaues weder aus Inschriften auf Stein, noch aus Büchern, Urkunden oder aus dem Munde der Leute trotz fleißiger Nachforschung irgend eine Nachricht — quidquam de ipsius consecratione — feststellen ließ (Meyer-Schwartau S. 48 Anm. 94). Bezöge sich die Weihe von

Die Ansicht, welche Stärke und Stellung der Mittelschiffspfeiler auf die beabsichtigte Deckenwölbung zurückführt, geht also von der Annahme des in der Gründungszeit unvollendeten, nicht bis zum Mittelschiff gediehenen Domes oder des Ersatzes der ursprünglichen Mittelschiffsbogen nach wenigen Jahrzehnten durch mächtigere und engergestellte Pfeiler aus.

Indes eine selbst für Deckengewölbe tragfähige Mauer braucht doch nicht erst um dieses Zweckes willen — also in der Zeit der Gewölbebasilika — aufgeführt worden zu sein. Schon Konrad II. und die unmittelbare Folgezeit arbeiteten mit einem weit über das Erfordernis der Flachdecke hinausgehenden Mauerdurchmesser. Wollte doch Konrad II. für sich und sein Geschlecht eine bleibende Grabstätte und ein Denkmal aere perennius schaffen! Die sonstigen Teile des Ursprungsbaues in Speier — die beiden Osttürme in ihren unteren Teilen und die erste Anlage des Querhauses — haben die gleiche Stärke von 1,75 bis 2 m.[19]) Das Speierer Mittelschiff überbietet das Wunderwerk von 75′ Höhe in Limburg a. H. noch um 10′.[20]) Eine Mauerstärke von 2 m ist unter diesem Gesichtspunkt selbst bei der Anlage einer flachen Decke sehr begreiflich.

Die Vorsicht, die schließlich bei der Einwölbung der Seitenschiffe eine Verstärkung der Außenmauern auf 2,10 bis 2,20 m für nötig erachtete,[21]) würde für die unendlich viel größere Last des Mittelschiffsgewölbes weit über dieses Maß hinausgegangen sein, wäre sie nicht durch bereits vorhandene Bogen an die geringere Stärke von nur 2 m gebunden gewesen.

Auch die enge Stellung der Pfeiler ist älter als die Gewölbebasilika. In dem Gewölbebau von Worms 1181,[22]) ist sie nur durch die Übernahme aus der vorhergehenden Kirche zu erklären, da die Zulässigkeit breiterer Bogenstellungen bereits allgemein erkannt und in Anwendung gebracht war.[23]) Die alte Kirche — der Bau Bukkos 1016 oder 1018 oder Eppos 1110 — besaß aber eine flache Decke.[24])

IV.

Nunmehr ergibt sich die Frage nach der Entstehungszeit dieser ursprünglichen gleichartigen — und nicht auf Deckenwölbung berechneten — Pfeilergliederung.

Die von Heinrich IV. am Schluß seiner Regierung ausgeführten Bauten am Dome erregten die höchste Bewunderung seiner Zeitgenossen. Aber alle Schriftsteller berichten darüber nur in allgemeinen Ausdrücken, wie „mirum et artificiosum", „magnum et admirabile", „famosum et laboriosum".[25]) Nur der unbekannte Verfasser der Vita Heinrici gibt den genaueren Grund hierfür an „mira mole et sculptili opere".[26]) Die „ungeheure Größe", mittels welcher der Dom in Speier alle bisherigen Kirchengebäude weit überragte, war also das ausschlaggebende Merkmal. Der Bau Heinrichs IV. war also noch keine Gewölbebasilika. Sonst wäre sicherlich diese bahnbrechende, weit bewunderungswürdigere Tatsache als der entscheidende Grund für das Staunen der Welt angegeben worden. Den gewaltigen Grundriß verdankte nun zwar Speier bereits seiner ersten Gründung unter Konrad II.[27]) Aber der Bau konnte nicht schon zu dieser Zeit den Blick der Welt um seiner Größe willen auf sich ziehen, weil er noch nicht bis zu einem die großartige Absicht erkennbar vor Augen führenden Umfange gediehen war. Erst durch die Vollendung des Domes unter Heinrich IV., durch die Hinzufügung des Langhauses in seiner bisher besprochenen Gestalt an den Chor und die unteren 9 m der Seitenschiffmauern trat dies ein.[28]) Nun erst erwies sich Speier als überlegener Sieger gegenüber den bisher mächtigsten deutschen Kirchengebäuden in Limburg, Augsburg und Bremen.

Mit Recht werden die allgemeinen Zeitverhältnisse am Ausgang der Regierung Heinrichs IV. für den Übergang von der flachgedeckten zur Gewölbebasilika angeführt. Der Sieg der geistlichen über die weltliche Gewalt, des Papsttums über das Kaisertum mußte auch für den Kirchenbau eine mächtige Anregung geben. Die Frucht derselben war in Italien und Frankreich die Wölbung des Mittelschiffs. Deutschland, in welchem der Kampf die hochgehendsten Wogen schlug, konnte unmöglich zurückbleiben.[29]) Nur war das erste Beispiel nicht Speier, sondern Mainz. Dem Dom von Speier, in der ihm von Heinrich IV. gegebenen Gestalt, fällt vielmehr die Rolle des Schlußsteines in der Entwicklung der flachgedeckten Basilika zu. Wie Heinrichs IV. Bauleiter, Otto von Bamberg, über die Deckenwölbung dachte, geht aus der später in Angriff genommenen, erst 1118 geweihten und flachgedeckten Kirche in Prüfening hervor.[30])

Die Worte des Ragevinus über den Brand des Jahres 1159 „et desuper continuitate muri rupta ruina molesta plerosque involvit",[31]) werden meist als ein Beweis angesehen, daß

1061 auf den ganzen Dom und nicht bloß auf den Chor, so wußte der Bischof doch wenigstens das Jahr, wenn auch nicht den Tag der Weihe. Dann konnte der Ausdruck „quidquam" als zu weitgehend nicht gebraucht werden.

Unzweifelhaft war bei der Ausstattung des Altars des heiligen Emmeran und Martin am 5. April 1057 durch Heinrich IV. (Meyer-Schwartau S. 39, Anm. 32) die St. Emmerans Kapelle vorhanden. War zu dieser Zeit das Langhaus bereits vollendet, so bleibt die ganz ungewöhnliche, um 1,20 m mittels 7 Stufen unter dem Fußboden des Schiffes befindliche, kryptenartige Lage derselben (Meyer-Schwartau S. 151) ganz unerklärlich. Sie war aber nach der Sachlage geboten, wenn für ihre Anlehnung zu dieser Zeit vom Langhaus lediglich der untere Teil der Seitenschiffsmauern vorhanden war (Meyer-Schwartau S. 129 u. 130).

Die „muri interrupti pendentes" in der wohl sicher auf den Amtsantritt des Bischofs Rüdiger 1073 bezüglichen Begrüßung des neuen Seelenhirten heißen eben „die im Bau unterbrochen hangenden" Mauern des Domes (Meyer-Schwartau S. 38 u. Beilage I S. 70).

Auch die Nachricht, daß Otto von Bamberg das ansprechende Maß für die Kirchenfenster — aequam fenestrarum mensuram prudenter a se dispositam — (Meyer-Schwartau S. 43 Anm. 55) schuf, fügt sich am besten in die hier entwickelte Ansicht ein. Bei der Übernahme der Bauleitung fand er nur die untersten 9 m der Seitenschiffsmauern bis zu dem die Lisenen tragenden Mauerabsatz mit dem unteren Teile der Fenster vor (Meyer-Schwartau S. 130). Nun hieß es, diese vorhandenen Fensteröffnungen mit der beabsichtigten Seitenschiffswölbung und überhaupt dem geplanten Bau des Langhauses in Einklang zu bringen. In der glücklichen Lösung dieser Frage zeigte sich das Geschick und das Verständnis Ottos.

19) Meyer-Schwartau S. 86, 2; 90 Anm. 33; 114, 3. Nur die Südwand des Südostturmes geht ausnahmsweise auf 1,30 m herunter.

20) Otte S. 221 bezw. v. Quast S. 33.

21) Meyer-Schwartau S. 123 u. 114.

22) Otte S. 338, 339; Meyer-Schwartau S. 31.

23) Das Beibehalten älterer Stützen genau oder annähernd auf der früheren Stelle beruht wohl in mannigfachen Fällen auf rituellen Rücksichten. An die Pfeiler waren Altäre vorgelegt, die bei Umbauten nicht von ihrem durch die Weihe geheiligten Standorte verrückt werden sollten.

24) Meyer-Schwartau S. 20 u. 21.

25) Siehe Geissel, Der Kaiserdom in Speier S. 40 Anm. 164, Meyer-Schwartau S. 42 Anm. 53, 54; S. 43 Anm. 55 u. 56.

26) Meyer-Schwartau S. 42 Anm. 54.

27) v. Quast S. 33.

28) Meyer-Schwartau S. 130; Otte S. 450.

29) Dehio und v. Bezold Bd. I S. 461.

30) Meyer-Schwartau S. 44 Anm. 64.

31) Meyer-Schwartau S. 46 Anm. 76.

bereits der Bau Heinrichs IV. im Mittelschiffe gewölbt war. Das Gewölbe konnte doch nur nach Innen hineinstürzen, wo schwerlich bei dem in vollen Flammen stehenden Gebäude außer etwa noch einzelnen rettenden Priestern eine größere Menschenmenge versammelt war. Nur die senkrechten Mauern konnten unerwartet nach außen stürzen, etwa nach einer Seite, wo der die Glut anderswohin treibende Wind den Aufenthalt unmittelbar an der Kirche gestattet hatte. Bei der Erneuerung des Querhauses nach dem Brande ist wohl der eingestürzte Teil der Mauern hier zu suchen.

V.

Die Bestrebungen zu einer weitergehenden architektonischen Belebung der Wandflächen, namentlich in senkrechter Richtung, entstammen keineswegs erst der Einwölbung des Mittelschiffes. Vielmehr treten schon um die Mitte des 11. Jahrhunderts — also gerade in der ersten Bauzeit des Speierer Domes — zwei Strömungen besonders hervor, von denen die eine zu halbkreisförmigen in die Mauer eingelassenen Konchen, die andere zu flachen Blendnischen mit geradlinigem Hintergrunde griff.[32]

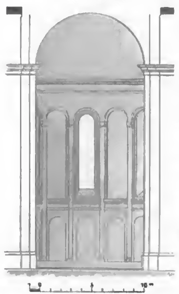


Abb. 3. Wandgliederung der Apsis im Dom in Speier.
(Nach Meyer-Schwartau, Tafel XIII.)

Für die zuerst genannten Konchen findet sich in Regensburg in der Westkrypta von St. Emmeran vor 1052[33]) und in der gleichzeitigen St. Stephanskapelle, dem sogenannten alten Dom,[34]) ein Sitz, ein weiterer in Niedersachsen, wo sich der St. Lindgeri-Krypta in Helmstedt die gleichnamige Kapelle anschließt.[35])

Die Blendarkaden aber finden ihre Ausbildung nach dem Vorbilde der Bartholomäuskapelle in Paderborn[36]) gerade in der mit dem Namen Poppos v. Stablo im Zusammenhange stehenden Bauschule, zu der auch der Gründungsbau von Speier gehört. Zunächst und am spärlichsten in Hersfeld in der Krypta (1038 bis 1040)[37]), in dem zeitlich sich anschließenden Altarhaus unter den hochgelegenen Fenstern[38]) und an der nach diesseitiger Ansicht[39]) kaum späteren Eingangshalle zwischen den flachen, den Architrav des Tonnengewölbes tragenden Wandpfeilern.[40]) Umfassender in der Klosterkirche in Limburg a. d. H. (1025 bis 1045):[41]) in der Krypta[42]), an der nördlichen und südlichen Schmalseite im Erdgeschoß der westlichen Vorhalle[43]) und am bedeutungsvollsten in den hohen Rundbogenblenden, welche zwischen Pilastern im Altar- wie im Querhause die untere Fensterreihe konzentrisch umziehen.[44]) Die eingestürzten Oberwände des Mittelschiffes zeigten voraussichtlich eine verwandte Flächengliederung. Ein weiteres, die obere Rundung in drei kleinere Bögen auflösendes Beispiel — indes vielleicht erst nach Speier — giebt St. Ursula in Köln a. Rh.[45])

Der westliche Teil der Krypta in Speier unter dem Querhause bringt nun zunächst eine noch unvermittelte Vereinigung beider Richtungen in demselben Raume in der Weise, daß die Nord- und Südwand mit Blendnischen, die Ostwand mit Konchen gegliedert ist.[46]) Dann aber findet im Innern der Apsis der Oberkirche der bedeutsame Fortschritt der Vereinigung der beiden Gliederungsarten an derselben Wandfläche statt.

Auf einem ringsherum laufenden ungegliederten Sockel erheben sich auf eckblattlosen attischen Basen Halbsäulen, im unteren Geschoß Konchen umschließend. Über einem zwischen den ununterbrochen aufsteigenden Säulen angebrachtem Gesims[47]) sind die Säulen lisenenartigen Wandstreifen von 0,10 m vorgebunden; die eigentliche Wandfläche tritt also gegen das Konchengeschoß um diese Tiefe zurück. Halbsäulen wie Wandpfeiler sind oben durch Halbkreisbögen zu flachen Blendnischen mit doppeltem Rücksprunge verbunden. In drei dieser Blendnischen befinden sich die Lichtöffnungen der oberen Fensterreihe. Das unverzierte Würfelkapitäl hat eigenartigerweise weder Deckplatte nach Abakus.[48])

Die hier behandelte Ursprungsarchitektur des Langhausmittelschiffes erweist sich nun lediglich als eine Abschrift dieser Apsidengliederung nur mit den durch die veränderte Zweckbestimmung bedingten Abänderungen. Hier wie dort

32) Beide Richtungen nehmen ihren Ausgang bemerkenswerterweise in der Krypta.

33) Otte S. 233, 231; Dehio und v. Bezold Bd. I S. 177, Atlas Bd. I Tafel 42, 12; Bd. II Tafel 170, 2.

34) Otte S. 235; Dehio und v. Bezold Bd. I S. 459, Atlas Bd. I Tafel 42, 13; Bd. II Tafel 170, 3 u. 4.

35) Otte S. 738; Dehio und v. Bezold Bd. I S. 185, 459 und 460; Atlas Bd. II Tafel 170, 9, 10, 11; siehe ferner Dehio und v. Bezold Bd. I S. 552.

36) Otte S. 197; Dehio und v. Bezold Atlas Bd. II Tafel 170, 5 u. 6; hier sogar schon mit vorgelegten Halbsäulen.

37) Meyer-Schwartau S. 7, I; Dehio und v. Bezold Bd. I S. 162; Otte S. 242; Meyer-Schwartau S. 8 II u. III, 1; Otte S. 244.

38) Meyer-Schwartau S. 7 I, 10 IV; Dehio und v. Bezold Bd. I S. 162; Otte S. 244; Meyer-Schwartau S. 8 II; Otte S. 243 Figur 112, S. 244.

39) Gerade diese Nischenarchitektur sowie die Säulenbasen ohne Eckblattverzierung (Meyer-Schwartau S. 9 III, 4; Otte S. 245) sprechen mit Meyer-Schwartau S. 10 IV gegen Otte S. 244 und Dehio und v. Bezold Bd. I S. 575.

40) Meyer-Schwartau 9, III 4; Otte S. 244, 245; Dehio und v. Bezold, Atlas Bd. I Bl. 55, 2.

41) Meyer-Schwartau S. 3 I, 6 V; Otte S. 220; Dehio und v. Bezold Bd. I S. 207, 210.

42) Geier und Görz, Limburg a. H. Bl. II A.

43) Meyer-Schwartau S. 4 II.

44) Otte S. 221; Geier und Görz Bl. III A u. B; Meyer-Schwartau S. 4 III, Tafel 30; Dehio und v. Bezold Tafel 52, 1; 55, 1; Bd. I S. 216.

45) Dehio und v. Bezold Bd. I S. 195, 216; Atlas Bd. I, 46, 3 u. 63, 2; anderer den Bau erst dem saec. XII zuweisender Ansicht Otte S. 362. Die über den Arkadenpfeilern aufsteigenden Wandstreifen gehören vielleicht schon dem alten 1003 teilweise eingestürzten Bau an, die obere bogenfriesartige Verbindung jedenfalls erst der Erneuerung durch Bischof Anno (1056 bis 1075).

46) Meyer-Schwartau S. 83, 2.

47) Meyer-Schwartau S. 101. Die derzeitige schwerfällige Gestaltung ist späteren Ursprungs.

48) Meyer-Schwartau S. 96 Kapitel IV, 1; Tafel XIII u. XIV; Dehio und v. Bezold, Atlas Bd. II Tafel 188, 2; Geier u. Görz Tafel 3 u. 4.

zwei Geschosse, durch welche die Halbsäulenvorlagen, gleichfalls mit eckblattloser attischer Basis, ununterbrochen aufsteigen. Im untersten Geschoß tritt natürlich an Stelle der Konchen die offene nach den Seitenschiffen führende Arkadenverbindung. Ein geringer Unterschied besteht nur darin, daß die in der Apsis nur im oberen Stockwerk vorhandene Wandblende hier nicht erst über dem Grenzgesims beider Geschosse, sondern bereits über der Arkadenwölbung ihren Anfang nimmt.[49])

Das geschoßtrennende Arkadengesims läßt genau wie in der Apsis die Säulen, so hier den ganzen Pfeiler frei. Die oberen Blendnischen weisen ebenso den gleichen doppelten, durch den Wandpfeiler und die Halbsäule getragenen Rücksprung auf. Nur das unverzierte Würfelkapitell besitzt seinen aus Platte und Schmiege bestehenden Abakus.[50])

Auch das Querhaus hatte ausweislich der beiden im Bereich der Osttürme liegenden Lisenen bereits im Gründungsbau eine Blendnischen-Architektur gehabt.[51])

VI.

In welchem Bauabschnitt ist nun die Innenseite der Apsis entstanden? Sie wird zum Teil nebst der ihre Unterlage bildenden Krypta in deren jetziger Ausdehnung erst den 1082 beginnenden Bauten Bennos von Osnabrück oder gar erst der Zeit nach dem Brande von 1159 zugeschrieben.[52])

Indes schon die allgemeinen Zeitverhältnisse sprechen für die Entstehung in der Gründungs-Bauzeit. Dank der Vorliebe von Konrad II. und Heinrich III. hatte sich Speier um die Mitte des 11. Jahrhunderts zum Mittelpunkt des geistigen Lebens in Deutschland aufgeschwungen.[53]) Auch für die Baukunst mußte die Stadt daher zum Brennpunkt jeden Fortschritts werden. Gerade zu diesem Zeitpunkte war also der Dom die gegebene Stätte zur Vereinigung der beiden bisher getrennten auf die Gliederung und Belebung der Wandflächen gerichteten Bestrebungen.

Die Krypta des Gründungsbaues und mithin der aufstehende Chor sollen sodann unmittelbar von der Ostseite der Türme ab in die Chorrundung übergegangen sein.[54]) Die Aufgabe Bennos v. Osnabrück bestand in der Sicherung des unvorsichtig weit gegen die Ufer des Rheines vorgeschobenen Baus gegen die Unterspülungen des Wassers.[55]) Unter Einreißung des schwer beschädigten Ostbaus und Wiederaufführung desselben unter Verlängerung des Altarhauses um 4 m nach dem Flusse zu[56]) in den noch heute sehr unsicheren Baugrund[57]) hätte der wohlerfahrene Baumeister den Teufel mit Beelzebub ausgetrieben und das Übel vergrößert statt verkleinert. Die alte Kirche reichte unzweifelhaft mit Krypta und Apsis genau so weit östlich als heute.

Außer den ungeheuren, dem Einbruch des Flusses entgegengestellten Steinmassen hat Benno v. Osnabrück auch noch am Dom selbst „der schwierigen Zurüstungen und der Neuheit wegen“ bemerkenswerte Arbeiten vorgenommen.[58]) Für den Wiederaufbau des eingerissenen Altarhauses mit der Krypta waren solche unbekannte und besonders kunstvolle Vorbereitungen nicht erforderlich. Wohl aber fanden sich für ein anderes Werk keine Vorgänge — die Ummantelung der Krypta. Ausweislich seiner noch heutigen Beschaffenheit war der Baugrund durch den Steindamm nicht völlig gesichert. Benno schritt deshalb außerdem zu einer Verstärkung der Grundmauern der Krypta. In der Aufgrabung und Freilegung der Fundamente bei aufstehendem Chor und Apsis lag die ungewöhnliche Neuheit und die zur Verhütung des Einsturzes schwierige Rüstarbeit. Benno v. Osnabrück fand also die jetzige Ausdehnung und Gestalt von Krypta und Apsis bereits vor.

Auch die nach diesseitiger Ansicht gleichfalls aus einer späteren Ummantelung herrührende Außengliederung der Apsis spricht nicht gegen die Entstehung der Innenarchitektur in der Gründungszeit.

Zwei durchgreifende Verschiedenheiten erscheinen hierfür trotz der bloßen radialen Übertragung der inneren Einteilung von entscheidender Bedeutung: das innere Würfelkapitell und die eckblattlose Basis, denen im Äußeren die korinthisierenden Kapitelle und die Eckzehen gegenüberstehen.[59])

Der rheinische mit dem Namen Poppo v. Stablos verknüpfte Baukreis — Limburg[60]) und die Krypta in Speier[61]) — kennt keine andere Formenwelt als das unverzierte Würfelkapitell. So sicher die Bildung des Würfels das Innere der Apsis der gleichen Zeit zuweist, so bestimmt deutet die völlig veränderte Formenwelt und Arbeitsweise des Äußeren auf eine andere Bauzeit.[62]) Gerade das Aufsetzen des Blendbogens auf den Würfel selbst ohne Vermittlung eines Abakus läßt die Blendnischenarchitektur in der Chorapsis als den ersten nicht völlig geglückten und später abgeänderten Versuch im ganzen Bereiche des Domes erscheinen.

Bezüglich der Eckverzierung gilt wohl im Umfange der deutschen Baukunst mit Recht der Grundsatz der ausnahmslosen Anwendung nach einmal erfolgter Annahme bei einem Kirchenbau. Wo sie dennoch an vereinzelten Säulen fehlt, liegt der Grund in der Übernahme aus älteren Bauten, in einer nicht mehr romanischen Ersetzung oder, wie an der einzigen Säule im äußeren Umkreise der Speierer Apsis, in der Verwendung antiker Überreste.[63]) Ein ganzes System von Säulen mit eckblattlosen Basen im Innern der Apsis kann

49) Die Apsiden-Konchen haben ferner kein Kämpfergesims, während die Mittelschiffsarkaden ein solches aus Platte und Schmiege besitzen. Auch beträgt der Rücksprung der Mittelschiffswand 0,30 gegen 0,10 in der Apsis. Das Arkadengesims hat im Mittelschiff seine ursprüngliche Gestaltung aus Platte und Schmiege bewahrt.

50) Meyer-Schwartau S. 125, Kapitel VI, Aufbau des Mittelschiffes; Dehio und v. Bezold Atlas Bd. II Tafel 188, 2.

51) Meyer-Schwartau S. 115, 117 IV.

52) Meyer-Schwartau S. 41 u. 95; bezw. Dehio u. v. Bezold Bd. I S. 464.

53) Meyer-Schwartau S. 41 Anm. 41.

54) Meyer-Schwartau S. 95 u. Figur 36.

55) „prae magnitudine operis minus caute in Rheni fluminis littus extentam“. Meyer-Schwartau S. 41.

56) Meyer-Schwartau S. 95.

57) Meyer-Schwartau S. 95 Anm. 41.

58) Meyer-Schwartau S. 41 Anm. 42.

59) Meyer-Schwartau S. 96, 1 u. 99, 5.

60) Meyer-Schwartau S. 5 III Tafel 30; Geier und Görz Bl. 2 C u. F; Otte S. 220.

61) Meyer-Schwartau S. 96, 1; die schildlose Gestaltung des unverzierten Kapitells in Hersfeld rührt wohl davon her, daß die einem andern Landstriche angehörenden einheimischen Handwerker sich nur auf die ihrer Arbeitsweise geläufige Form eingeübt erwiesen. (Otte S. 224; Meyer-Schwartau S. 8 III.)

62) Auch die Auffassung des Würfels ist hier eine völlig veränderte. Meyer-Schwartau S. 99 u. Tafel XVI Figur 5.

63) Meyer-Schwartau S. 99 u. 102.

daher unmöglich mit einer durchgängig mit Eckverzierungen versehenen Außenarchitektur gleichaltrig sein.[64])

Die spätere Gestaltung der Außenseite hat eine spätere Ummantelung der Apsis zur unbedingten Voraussetzung.[65]) Infolge des Verputzes der Fensterwandungen zwar nicht mehr nachweisbar, ist sie doch bautechnisch sehr wohl möglich.

Von der Wandstärke von 4,76 m der Krypta unter der Apsis fallen 1,30 m auf die spätere Ummantelung.[66]) Die ursprüngliche Apsidenmauer darüber konnte natürlich nur auf der alten Kryptenmauer mit einem durch das Sockelgesims bedingten Rücksprunge aufstehen. Ihre Außenseite lag daher noch um diesen zu rund 0,40 m gerechneten Sockelrücksprung, also 1,70 m hinter der jetzigen ummantelten Kryptenmauer zurück. Ferner hat dieser letzteren gegenüber die gegenwärtige Apsidenmauer einen Rücksprung von 0,80 m.[67]) Mithin kann von der gegenwärtigen Apsidenmauer deren äußerer Teil in der Stärke von etwa 0,90 m einer späteren mauertechnisch vollkommen genügenden Verblendung angehören.

Nach Abzug dieser Ummantelung von 0,90 m von der gegenwärtigen Mauerstärke der Apsis mit 2,35 m[68]) bleiben für die ursprüngliche Anlage fast $1^1/_2$ m übrig — beinahe also das bei den übrigen Teilen des Gründungsbaues zur Anwendung gebrachte Maß.[69]) Der bestehende Unterschied findet seine sachgemäße Erklärung in der jede unnötige Belastung verbietenden Unsicherheit des Baugrundes gerade unter der Apsis, umsomehr als die Stärke von $1^1/_2$ m sicherlich für die Halbkuppelwölbung der letzteren ausreichte.

Nach den von Benno v. Osnabrück bewerkstelligten Schutzarbeiten konnte sodann zu einer Verstärkung und Ummantelung von Apsis und Krypta geschritten werden, freilich nach den bis in die Gegenwart fortdauernden Senkungen und Rissen auch jetzt noch zu vertrauensselig.

Das Ergebnis der bisherigen Erörterungen ist somit folgendes: In allen Teilen des ersten Bauabschnittes, in der Krypta, der Chorapsis und dem Querhause, tritt das Bestreben nach einer lebensvollen Gliederung der Wandflächen mit konchenartigen Nischen und vornehmlich mit Blendarkaden hervor. Bei der Vollendung des Baues durch Hinzufügung des Langhauses blieb Heinrich IV. gar keine andere Wahl als das gleiche Verfahren. Sonst wäre sein Bau ein kahler und lebloser Rückschritt gewesen. Die Vergangenheit und nicht der ausschauende Blick in die Zukunft der Gewölbebasilika war daher das Leitmotiv bei der in Rede stehenden ursprünglichen Gliederung des Langhauses in Speier.

64) Es ist eigentümlich, daß Meyer-Schwartau S. 102 diese Eckverzierung nicht für die spätere Entstehung der Außenseite gelten lassen will, obgleich er sie bei Hersfeld als entscheidend für eine derartige Erbauung des Mittelschiffes (S. 10, IV) hinstellt.

So gut wie die Außenseite in Speier können auch die Gliederungen der Ostapsiden in Mainz (Meyer-Schwartau S. 18) und Worms (Meyer-Schwartau S. 23) Nachbildungen aus späterer Zeit sein.

65) Remling, Dom S. 162 u. 163.

66) Meyer-Schwartau S. 82.

67) Meyer-Schwartau S. 97 a. 98, 5 Tafel XVI, 5. In diesen ungewöhnlich großen Rücksprung fallen die Halbsäulen und lisenenartigen Vorsprünge der äußeren Apsis.

68) Meyer-Schwartau S. 102.

69) Siehe S. 433 Anm. 19. Diese Teile sind doch viel eher zum Vergleich heranzuziehen, als die Mauerstärken gleichzeitiger anderer Kirchen, wie des Mainzer Ostchors, Meyer-Schwartau S. 102.

VII.

Heinrich IV. soll schließlich bei dem von ihm ausgeführten Umbau auch das Querhaus bereits mit einem rippenlosen Gewölbe ausgestattet haben.

Der Beweis wird folgendermaßen geführt: die gegenwärtigen Rippengewölbe der Kreuzesflügel aus dem dritten Bauabschnitt haben nur an den vier Außenecken eine zweckentsprechende, mithin gleichzeitige Unterlage. Die langen und schmalen Lisenen an der Ostseite neben der Vierung und die Viertelsäulen an der Westseite neben derselben kennzeichnen sich — weil sie außerdem noch die Blendarkaden der Wand zu tragen bestimmt sind — dagegen augenscheinlich als ein aus früheren Bauzeiten herübergenommener Notbehelf. In unmittelbarem Zusammenhange mit den Osttürmen gehören die Lisenen dem Ursprungsbau an. Um ihrer abweichenden Form willen müssen daher die Ecksäulen einer späteren Bauzeit — also dem allein dazwischenliegenden Zeitalter Heinrichs IV. und Bennos v. Osnabrück — entstammen. Die veränderte Wahl der Säulenform ist aber nur aus der gleichzeitigen Aufnahme eines rippenlosen Kreuzgewölbes auf der Deckplatte des Kapitells erklärlich.[70])

Einer Einwölbung der Kreuzflügel durch Heinrich IV. gegenüber würde anstandslos auch diejenige des Mittelschiffes zuzugeben sein. Allein beides, sowohl die spätere Bauzeit wie die angegebene Zweckbestimmung dieser vorgelegten Viertelsäulen, dürfte sich kaum aufrecht erhalten lassen.

Die den Triumphbogen des Mittelschiffes tragenden Kreuzesvorlagen bleiben mit einer Stärke von 1,75 m um 0,40 m hinter den gegenüberliegenden Trennungsbogen von Querhaus und Seitenschiffen zurück.[71]) Die Verstärkung dieser letzteren ist unzweifelhaft bei Gelegenheit der Einwölbung der Seitenschiffe hinzugefügt.[72]) Da diese letztere indes spätestens aus den Bauunternehmungen Heinrichs IV., vielleicht sogar aus dem weiteren Verlaufe der Gründungszeit herrührt,[73]) so müssen die Vierungspfeiler selbst und mithin die augenscheinlich in ursprünglichem Verbande[74]) stehenden Viertelsäulen unbedingt dem Ursprungsbau angehören. Dieselbe Bauausführung wechselte öfters mit den verschiedenen zur Erreichung des gleichen Zweckes zu Gebote stehenden Mitteln ab. Symmetrie ist nicht das oberste vom romanischen Stil aufgestellte Gesetz.

Die Aufgabe des Kapitells der Halbsäule bestand vielmehr, wie bei den gegenüberliegenden Lisenen, in der Aufnahme des Nischenbogens, denn das Querhaus war schon beim Gründungsbau nach dem Vorbilde von Limburg mit Blendnischen ausgestattet.[75]) Für den Gewölbefuß eines rippenlosen Gewölbes blieb, ganz abgesehen von der ästhetisch unschönen und ungewöhnlichen Doppelbestimmung, auf der Deckplatte nur derselbe unzulängliche Platz übrig wie für die späteren Schild- und Rippenbögen.

70) Meyer-Schwartau S. 114, 115, 119, 136.

71) Meyer-Schwartau S. 117.

72) Meyer-Schwartau S. 117.

73) Meyer-Schwartau S. 129, 130 u. 136; Dehio und v. Bezold Bd. I S. 463.

74) Meyer-Schwartau S. 114.

75) Meyer-Schwartau S. 117, 4.

Sa. Maria in Roccelletta.

Die Mitteilungen auf Seite 429 und 629 des Jahrganges 1903 der Zeitschr. f. Bauwesen machen den Leserkreis mit den Resten einer großartigen Kirchenanlage an der Küste des ionischen Meeres in unmittelbarer Nähe des alten Squillacium bekannt. Der erste Berichterstatter hat nachgewiesen, daß es sich bei diesem Bau um die Reste einer Klosterkirche handelt, und glaubt etwa das 12. Jahrhundert als Bauzeit für dieselbe annehmen zu müssen. In der zweiten Mitteilung erklärt sich dagegen ein Sachverständiger wie Strzygowski wieder mit der Ansicht französischer und italienischer Forscher einverstanden, die den Bau etwa der Zeit vom 4. bis 6. Jahrhundert zugewiesen haben. Einer der letzteren, Caviglia (vgl. S. 440 Jahrg. 1903), glaubt sogar das Bauwerk noch genauer in die zweite Hälfte des 6. Jahrhunderts in die Zeit von 550 bis 600 setzen zu können.



Abb. 1. San Apollinare in Classe.

Wenn man nun einen Klosterbau aus dieser Zeit bei Squillacium behandelt, so ist es auffallend, daß bis dahin derjenigen Klostergründung aus der zweiten Hälfte des 6. Jahrhunderts noch mit keinem Worte gedacht ist, deretwegen dieser weltentlegene Ort im fernen Kalabrien, früher Bruttien genannt, wohl einmal im Laufe der Weltgeschichte überhaupt erwähnt wird. Nach Scylacium (Squillacium, Squillace) zog sich nämlich der Vertraute und Ratgeber des großen Ostgotenkönigs Theoderich und seiner Nachfolger Cassiodorus Senator, der unter diesem König die höchsten Staatsämter bekleidet hatte, etwa im Jahre 540 zurück, nachdem das von Theoderich gegründete Reich unter dem Ansturm Belisars und seines Heeres in Trümmer gegangen war. Cassiodor, damals im Alter von 50 bis 60 Jahren stehend (sein Geburtsjahr wird verschieden zwischen 480 und 490 angegeben), sah damit auch die Erfolge seiner bisherigen Lebensarbeit vernichtet. Er hatte versucht die Römer für die Herrschaft der Goten zu gewinnen und aus beiden Völkern eins zu machen. Jetzt standen aber diese beiden Völker mit den Waffen in der Hand einander gegenüber. Welchem sollte er, selbst ein Römer, sich anschließen? Er zog sich daher vom weltlichen Leben ganz zurück, um in dem von ihm gebauten Kloster Vivariense bei Scylacium noch verschiedene Jahrzehnte seines Lebens, abgeschieden von der Welt und nur mit wissenschaftlichen Studien beschäftigt, zuzubringen. Nach einigen soll er 92, nach anderen über 100 Jahre alt geworden sein. Er verfaßte hier in klösterlicher Ruhe eine Reihe von umfangreichen Schriften, welche vorzugsweise zur Ausbildung von Geistlichen bestimmt waren, und welche während des ganzen Mittelalters viel gelesen und als Richtschnur in den Klöstern benutzt wurden. Ferner sorgte er durch Aneiferung und eigenes Beispiel für gute Abschriften der alten Schriftsteller und legte so den Grundstein zu der früher hochberühmten Bibliothek des Klosters. Ob er nun selbst ein Benediktinermönch und Abt gewesen ist, wie die Angehörigen dieses Ordens behaupten, oder nicht, mag dahingestellt bleiben. Später wurde er heilig gesprochen.

In einer seiner verbreitetsten Schriften, der Anweisung zum Studium geistlicher Wissenschaften (*Institutiones divinarum litterarum* cap. 29) schildert er nun einiges aus seinem Kloster, aber nicht etwa die von ihm gebauten stattlichen und prächtigen Gebäude, sondern mit christlicher Demut nur diejenigen Einrichtungen, welche außer den Mönchen auch den Pilgern und Bedürftigen (*peregrinis et egentibus*) zugute kommen. Er schildert die zweckmäßige Bewässerung der Klostergärten durch den Fluß Pellena, die Lage des Klosters in der Nähe des Meeres, welche den Fischfang gestattet, die von ihm vorzugsweise für die Kranken gebauten Bäder. Besonders verweilt er aber bei der Schilderung der Fischbehälter (*vivaria*) zur Fischzucht oder zur Aufnahme der gefangenen Fische, sowohl an der oben angeführten Stelle wie noch weitläufiger in einem Schreiben, welches er schon zu früheren Zeiten (zwischen 533 und 537) als Präfekt an den Kanzler (Cancellarius) über Lukanien und Bruttien erlassen hatte. Er nennt diese Fischbehälter daselbst neptunische Gefängnisse, welche er aus dem Innern der Felsen des Berges Moscius habe aushöhlen lassen, um die wirbelnden Fluten des Nereus in sie einzuführen.[1] Bei der Bedeutung, die Cassiodor diesen Fischbehältern oder Vivarien beilegt, ist es begreiflich, wenn man allgemein den Namen des Klosters Vivariense von diesen Vivarien ableitet. Die Beschreibung der eben angeführten Einrichtungen in seinen Institutiones schließt mit den Worten an seine Mönche: „Aber dies, wie ihr wißt, stellt die Freude am Irdischen dar, nicht die zukünftige Hoffnung der Gläubigen. Das eine ist vergänglich, das andere bleibend ohne Ende.“ Um so begreiflicher ist es daher, wenn Cassiodor die prächtigen Gebäude des Klosters überhaupt nicht schildert. Nun ist aber als gewiß anzunehmen, daß Cassiodor sein Kloster bei Squillacium mit

1) Cass. Sen. Var. XII 15 *ad pedem siquidem Moscii montis saxorum visceribus excavatis fluenta Nerei gurgitis decenter immisimus.*

reichen jährlichen Einkünften und prächtigen Gebäuden ausgestattet habe,[2]) denn er war aus der Provinz Bruttium, vielleicht aus Squillacium selbst gebürtig, zu dem er sich nach dem oben genannten Schreiben durch Heimatsliebe (*patriotica affectione*) hingezogen erklärt. Seine Familie war daselbst hoch angesehen. Sein Vater war Statthalter von Lukanien und Bruttien gewesen, ein Vorfahr hatte beim Einfall des Geiserich die Vandalen von Bruttien und Sizilien mit bewaffneter Hand abgehalten, ein anderer war als Gesandter der Römer zu Attila geschickt worden. Cassiodor selbst wurde wegen der Verdienste seines Vaters als noch ganz junger Mann Richter und später auch wohl Statthalter in denselben Provinzen wie sein Vater. Er muß hier auch Großgrundbesitzer gewesen sein, denn Theoderich rühmt, als er Cassiodor in den römischen Senat einführt, seine Pferdeherden, welche diejenigen aller anderen überträfen und ständig zur Ausrüstung des gotischen Heeres dienten.[3])

Der Schluß also, daß ein so großartiges und prächtiges Bauwerk, wie es die Abb. 6 auf S. 434 v. J. zeigt, von Cassiodor bei seiner Heimatstadt für seine Mönche errichtet worden sei, dürfte daher wohl gerechtfertigt erscheinen, vorausgesetzt, daß die angewandten Kunstformen in die angegebene Zeit, also etwa in die Mitte des 6. Jahrhunderts passen. Dies dürfte aber zutreffend erscheinen, wenn man die Kunstformen mit denen ravennatischer Bauten aus dem 6. Jahrhundert, z. B. San Vitale und S. Apollinare in Classe vergleicht. Dieser Vergleich liegt um so näher, als Cassiodor, bevor er sich nach Squillacium zurückzog, etwa vier Jahrzehnte als Minister Theoderichs und seiner Nachfolger in Ravenna tätig gewesen war.

Das lebhafte Interesse, das sein König an den Werken der Baukunst bekundet und das der Unterzeichnete schon einmal früher geschildert hat,[4]) findet außerdem gerade in den von Cassiodor verfaßten Regierungserlassen, von denen uns zwölf inhaltsreiche Bücher unter dem Namen Variae erhalten sind, seinen Ausdruck, und dieses Interesse ist daher wohl von dem König auf seinen Minister und Sekretär übergegangen.

Im einzelnen erinnern nun die großen Fenster- oder Nischenbögen auf Abb. 6 S. 434 und Abb. 2 S. 430 lebhaft an die Bogenstellungen sowohl des Hauptschiffes (Lichtgaden) als des Nebenschiffes bei S. Apollinare in Classe, von denen v. Quast in seinem Werke über Ravenna[5]) (Bl. X Fig. 3) eine gute Abbildung gibt. Bei beiden Bauten legen sich mehrere, von dünnen, langen Ziegelsteinen gebildete Wölbschichten über die Öffnungen oder Nischen, und diese sind so nahe aneinander gerückt, daß zwischen denselben nur schmale Pfeiler verbleiben, so daß sich für die Ansicht eine schön und reich wirkende, mit den einfachsten Mitteln hergestellte Arkadenreihe ergibt. Bei der hier gegebenen Abb. 1 von S. Apollinare in Classe ist leider von den Doppelbögen über den Fenstern der untere schwer zu sehen. Die Fenster sowohl des Haupt- wie des Nebenschiffes sind an der Nordseite der Kirche, wie die Abbildung zeigt, fast sämtlich bündig mit der zurückgesetzten Wandfläche zugemauert und dann überweißt, so daß der untere Bogen kaum wahrzunehmen ist. Wenn aber bei der ravennatischen Kirche später annähernd die Hälfte aller Fenster zugemauert ist, so hat ein gleiches Schicksal die Fenster der kalabrischen Kirche betroffen, wie Abb. 2 auf S. 430 Jahrg. 1900 nachweist. Nur ist bei der letzteren ein Fenster um das andere vermauert, während bei S. Apollinare die Fenster auf der einen Gebäudehälfte geschlossen sind. Daß es sich bei der Roccelletta um zugemauerte Fensteröffnungen, nicht um ursprünglich angelegte Nischenbögen handelt, beweist das zweite Fenster von links auf S. 430, wo die Ausmauerung zum Teil herausgefallen ist. Der Grund für die geschehene Schließung der Fenster der beiden Kirchen ist aus der hier gegebenen Abb. 2 leicht abzuleiten. Dieselbe gibt einen jetzt im Museum in Ravenna aufbewahrten Holzrahmen, wie er einer der vermauerten Fensteröffnungen von S. Apollinare vor einigen Jahren entnommen ist. Bei diesem Holzrahmen des 6. Jahrhunderts nimmt das breite Holzwerk mindestens die Hälfte der Lichtfläche des Fensters fort. In die breiten Falze waren ursprünglich Alabastertafeln eingelegt, wie man sie in sehr alten italienischen Kirchen ab und zu noch heute findet, z. B. in einer der Kirchen des Klosters Gerusalemme zu Bologna. Die mindestens 2 bis 3 cm starken Alabasterplatten lassen aber auch nur sehr wenig Licht durch, und es ist daher sehr begreiflich, wenn die Baumeister des 6. Jahrhunderts, mit Holz und Alabaster arbeitend, die ganzen Wandflächen in Fenster aufzulösen suchten, um ausreichendes Licht zu erhalten. Die Holzrahmen waren nun an und für sich ein recht vergängliches Material und eigneten sich außerdem sehr wenig zur Herstellung des Halbkreisbogens der Fenster, wie dies Abb. 2 ohne weiteres nachweist. Es ist daher leicht zu erklären, daß man in späterer Zeit in bekannter Weise zu Eisen, Blei und Glas für die Fenster überging, dann konnten aber bei besserer Lichtdurchlässigkeit der Fensterflächen diese, wenigstens in Italien, bedeutend eingeschränkt werden. Dies wird als Grund anzusehen sein, warum sowohl bei der Roccella wie bei S. Apollinare die Hälfte der Fenster nachträglich zugemauert wurde. Die ungemein großen, später zugemauerten Fensterflächen weisen damit aber die Roccella durchaus in die früheste Zeit der Kirchenbauten, da man noch die Fenster mit Holz und Alabaster ausstattete.


Abb. 2.

2) Garetius versichert dies gleichfalls in der Einleitung zu seiner Ausgabe des Cassiodor (Venedig 1729, S. 19) *annuos certe reditus superbissimis aedificiis respondisse copiosissimos non dubitanter affirmaverim.*

3) Cass. Sen. Var. I, 4 . . . *ut (Cassiodorus) equinis gregibus principes vinceret, hinc est, quod candidatus noster Gothorum semper armat exercitus.*

4) Zentralbl. d. Bauverwalt. 1898. S. 208.

5) v. Quast, Die altchristlichen Bauwerke von Ravenna. Berlin 1842.

Foderaro führt in seiner auf S. 430 angeführten Schrift, die er auch dem Unterzeichneten auf sein Ersuchen gütigst überlassen hat, aus, daß die Roccella früheren Jahrhunderten entstamme und einmal einen Erneuerungsbau durchgemacht habe. Er schließt dies in gewiß zutreffender Weise aus der Verschiedenartigkeit des Mauerwerks an der Vorder- und Langseite (Abb. 1 und 2 auf S. 430), wo sich unten einheitliche Ziegelverblendung zeigt, während oben das Mauerwerk vielfach mit Werksteinen durchsetzt oder ganz aus denselben umziehen (vgl. Abb. 3). Hier wie dort wird das mit einem größeren Durchmesser hergestellte Hauptgewölbe durch Quertonnen kleineren Durchmessers durchbrochen. Bei letzteren ist der Scheitel durch Stelzung so hoch gerückt, daß die sich bildenden Grate annähernd bis zum Scheitel des Hauptgewölbes hinanlaufen. Man vergleiche die hierdurch bedingte Ähnlichkeit der Gratführung in den beiden Abbildungen.

Auf Abb. 2 S. 430 fällt ferner der kleine niedrige Chorbau auf, der sich an das breite und hohe balkengedeckte



Abb. 3. San Vitale in Ravenna. Gewölbe eines Seitenschiffes am jetzigen Haupteingang.

hergestellt ist. Diesen Erneuerungsbau glaubt Foderaro, gleichfalls wohl in zutreffender Weise, in die Normannenzeit setzen zu dürfen. Der Graf Roger habe gewiß die aus früheren Jahrhunderten stammende und später bei etwaigen Überfällen zerstörte und verbrannte Kirche wieder herstellen lassen, bevor er sie den auf S. 442 gegebenen Urkunden gemäß mit Gütern und Einkünften ausstattete. Die Zumauerung der Hälfte der Fenster wird dann voraussichtlich demselben Erneuerungsbau und derselben Zeit angehören, wie die Aufmauerung auf den Kirchenwänden. Die Ausführung der inneren Überwölbung bei Sa. Maria in Roccelletta, wie sie in Abb. 3 auf S. 431 dargestellt ist, findet ferner ihr Gegenstück in den Gewölben, welche ringförmig die Konchen von S. Vitale Kirchenschiff anschloß. Ebenso weist die Abb. 1 für S. Apollinare einen verhältnismäßig kleinen, gewölbten Chor bei einem weiten balkenbedeckten Kirchenschiff auf. Die Schiffsweite wird bei der Roccella zu 15 und bei S. Apollinare zu 14,4 m angegeben.

Der Chor der Kirche ist bei S. Apollinare wie bei der Roccella um einige Stufen gegen das Kirchenschiff erhöht. Zwei schmale Treppen führen bei beiden seitlich zu dem Raume unter dem Chore hinab, sei dieser nun eine richtige Krypta oder nur eine einfache kleine Confessio. Groeschel erwähnt S. 444, daß die Mauertechnik der Roccelletta römische Überlieferungen verrate. Dagegen ist schon v. Quast gerade bei S. Apollinare in Classe und bei S. Vitale (a. a. O. S. 33)

zu demselben Ergebnis gekommen: „Überhaupt erinnert das Mauerwerk dieser beiden Kirchen an das altrömische und zwar im Gegensatze von allen übrigen, meist älteren Ravennater Gebäuden." Wenn schließlich das Obergeschoß von Sa. Maria in Roccelletta eine Kleinbogenstellung oder eine Art von Blendarkaden zeigt, so finden sich diese in Ravenna im 6. Jahrhundert auch vor. Ich erinnere nur an die ausgekragten Arkaden an dem Reste des Theoderichpalastes, der unter anderen bei Mothes [6]) abgebildet ist, und an das Grabmal Theoderichs. Bei letzterem sind die ehemals vorgelegten Arkaden selbst zwar nicht mehr vorhanden, wohl aber zeigen sich an der aufgehenden Mauer des Hauptbaues so deutlich Spuren der früheren Anlage, daß sie allgemein als ehemals vorhanden angenommen und vielfach in Wiederherstellungsversuchen ergänzt wird. Es dürfte daher nicht nötig sein, bei diesen Kleinbogenstellungen sich entweder wie bei Groeschel an oberitalienische Bauten späterer Zeit, oder wie bei Strzygowski an syrische Bauten des 6. Jahrhunderts erinnert zu fühlen, so leicht auch gerade für Cassiodor ein Zusammenhang mit Syrien nachzuweisen wäre. Denn seine Familie stammt dem Namen nach ursprünglich aus der Gegend von Antiochia [7]), und da sie noch zu den Zeiten Theoderichs durch hochgestellte Personen im Oriente vertreten war, so preist dieser das Geschlecht der Cassiodore darum, daß es in beiden Weltteilen hochberühmt sei (*genus in utroque orbe praeclarum* Var. I, 4).

Nach allen diesem wird es wohl gerechtfertigt erscheinen, die besprochene Klosterkirche nicht nur in Übereinstimmung mit italienischen und französischen Schriftstellern in das 4. bis 6. Jahrhundert zu verweisen, sondern sie genauer in die zweite Hälfte des 6. Jahrhunderts zu setzen und als Kirche von Cassiodors Kloster Vivariense zu bezeichnen. Über den Namen von Cassiodors Kloster sei noch bemerkt, daß es außer der Bezeichnung Vivariense auch noch den Namen Castelliense vom Berge Castelli [8]) führt. Übersetzt man aber das lateinische Wort Castelli ins heutige Italienische, so wird die entsprechende Bezeichnung etwa *della rocca*, *roccella* oder *roccelletta* lauten, und dies ist ja gerade der Beiname der hier besprochenen Klosterkirche.

Ein Ort, *castrum* genannt, lag in der Nähe von Vivariense auf klösterlichem Gebiet, was zufällig dadurch bekannt ist, daß die Einwohner von *castrum* den Mönchen den Grundzins nicht zahlen wollten. [9]) Ein Ort, der *castrum* genannt wird, muß aber auch hier in der Nähe der Klosterkirche zwischen Catanzaro und Squillace nach der Anführung von Ughelli auf S. 442 liegen. An erhöhter Stelle, nicht weit vom Meere [10]) und an einem Flusse zwischen Gärten lag Vivariense, während die besprochene Klosterkirche nach S. 429 gleichfalls nicht weit von der Küste auf ansteigendem Gelände zwischen Oliven-, Feigen- und Orangenbäumen in der Nähe des Flusses Corace liegt. Also auch dieses stimmt. Der Name des alten Flusses Pellona ist dagegen so gänzlich verschwunden, daß man lange Zeit nicht wußte, in welchem Teile Italiens man diesen Fluß überhaupt zu suchen habe. [11]) Der oben genannte Benedictiner Garetius führt ferner nach Cassiodors eigenen Worten [12]) an, daß schon zu dessen Zeiten sich Mönche aus dem Klosterleben in Vivariense zurückgezogen hätten, um ein Anachoretenleben auf dem unmittelbar dabeiliegenden Berge Castelli zu führen. Nach diesem Gewährsmann erklärt sich hierdurch der Doppelname des Klosters, vielleicht erklärt sich hierdurch aber auch der sonderbare zweigeteilte Grundplan der Kirche (vgl. S. 431 des vorigen Jahrgangs).

Wenn vielfach neben dem Kloster eine Paläapolis genannt wird, so wird hier wohl die Paläapolis (Altstadt) von Squillacium gemeint sein, welches sich auch noch Caviglia (vgl. S. 447) bis hierher ehemals erstreckt haben soll. Die Bezeichnung Paläapolis paßt um so mehr für das alte Squillacium, als für dieses nach Cassiodor (Var. XII, 15) die Gründung schon durch Ulisses „den Zerstörer Trojas" angenommen wurde.

Nach Garetius [13]) diente das Kloster Vivariense viele Jahre lang den Benedictinern, darauf den Basilianern als Wohnsitz, welch letztere von dort „entweder Kriege oder der Wechsel der Zeit oder die für ganz Kalabrien so verderblichen Einfälle der Mauren und Sarazenen vertrieben". Dies mag der Grund sein, daß das alte Kloster in Vergessenheit geriet und daß man dann erst vom Jahre 1094 ab (vgl. S. 442) von einem anderen Kloster an dieser Stelle hört, welches die Bezeichnung Sa. Maria de rokella apud paleapolim führt. Es würde sich dies auch gut mit der Ansicht Strzygowskis vereinen, welcher (S. 633) ausspricht, daß es sich bei der Roccella vielleicht „um die Kirche eines Klosters des kleinasiatischen Basilianerordens" handelt.

Es dürfte daher so vieles dafür stimmen, in der Klosterkirche Sa. Maria della Roccelletta Reste des von Cassiodor selbst erbauten Klosters Vivariense zu erkennen, daß man diese Behauptung so lange getrost aufrecht erhalten darf, bis überzeugend das Gegenteil nachgewiesen ist. Die baugeschichtliche Bedeutung dieser Kirchenruine, mit der sich schon so manche Forscher beschäftigt haben, wird aber nur um so höher zu bewerten sein, wenn die hier gegebenen Ausführungen richtig sind. Denn dann handelt es sich hier nicht nur um einen Bau, der mit der Person des Kanzlers oder Ministers des ersten germanischen Königs in Italien und mit der damaligen Zeitgeschichte in unmittelbarer Verbindung steht, sondern auch um eine Klosterkirche aus sehr früher Zeit, welche voraussichtlich für viele spätere Bauten ebenso vorbildlich geworden ist, als Cassiodors Vorschriften später vielen Mönchsorden zur Richtschnur dienten. Hierauf mag es zurückzuführen sein, wenn der Grundplan der Roccella viele Ähnlichkeiten mit Klosterkirchen späterer Zeit aus Frankreich darbietet, wie dies von dem mehrfach genannten Herrn Berichterstatter auf Seite 446 näher dargelegt ist.

Magdeburg. Prieß.

6) Mothes, Die Baukunst des Mittelalters in Italien (S. 191).

7) Nach Mommsens Vorrede (*procemium*) zu Cass. Sen. Var. in den Mon. Germ. pag. VII.

8) Hartmann in seiner Ausgabe der Briefe Gregors d. Gr. in den Mon. Germ. S. 32. *Hoc monasterium a Cassiodoro conditum in civitate Squillacio situm erat. Aut Vivariense ob vivaria aut Castelliense ab monte Castelli appellatur.*

9) Greg. magn. epist. VIII, 32.

10) Inst. div. litt. cap. 29. subjacent vobis maria.

11) Garetius a. a. O., Einleitung § 7.

12) Inst. div. litt. cap. 29. *Habetis montis Castelli secreta suavia ubi velut Anachoretae praestante Domino feliciter esse possitis.*

13) a. a. O. S. 13.

Untersuchungen über die Wirkung der Strömung auf sandigen Boden unter dem Einflusse von Querbauten.

Vom Professor H. Engels in Dresden.

(Mit Abbildungen auf Blatt 46 bis 48 im Atlas.)

1. Buhnen.

Wenn eine bei Flußregelungen notwendige Breitenbeschränkung durch Buhnen bewirkt wird, so kommt es darauf an, die Buhnen so anzulegen, daß sie zwischen sich eine solche Verlandung bewirken, daß in der Streichlinie ein neues Ufer gebildet wird oder doch ohne erhebliche Kosten ausgebaut werden kann. Das Endergebnis sollte dann ein solches sein, daß das neue Ufer eine fortlaufende Böschung darstellt, die auch nicht durch die Buhnenköpfe unterbrochen werden dürfte. Wenn wir bei unseren mit Buhnen ausgebauten Flüssen ein solches Neuufer in der Regel nicht aufzuweisen haben, so liegt das daran, daß man sich meistens darauf beschränkt, die Verlandung der Buhnenfelder der Strömungswirkung zu überlassen und nur ausnahmsweise dieser Verlandung durch Ablagerung von Baggerboden soweit zu Hilfe kommt, daß die Befestigung des neuen Ufers durch Deckwerke vorgenommen werden kann. Man sieht vielmehr meistens mit Recht den Erfolg der Buhnenbauten als eingetreten an, wenn durch die Verlandung den Buhnenkörpern und dem hinterliegenden Altufer ein Schutz gebildet und überdies die Strömung zwischen je zwei Buhnen in dem eigentlichen Flußbett zusammengehalten wird, so daß die beabsichtigte Bettausbildung eintritt.

Der Verlandungserfolg hängt unter sonst gleichen Umständen ab von der Richtung und Höhe der Buhnen, von der Form der Buhnenköpfe und von dem Abstande der Buhnen untereinander. Da nun die bedingenden sonstigen Umstände, wie Stromgefälle, Wasserführung, Eisgang, Beschaffenheit des Flußbettes, Sinkstoffe nach Art und Menge, Führung der Streichlinie in gerader, ein- oder ausliegender Linie, sehr mannigfaltige sind, da die Bauweisen und Bauformen mit bedingt werden durch die Art der in Frage kommenden Baustoffe: so sehen wir nicht nur auf dem Gebiete des Buhnenbaues eine große Mannigfaltigkeit sondern auch eine ebenso große Verschiedenheit in der Wirkung der Buhnen. Angesichts der vielseitigen und langjährigen Erfahrungen, die man in diesem Zweige des Wasserbaus gemacht hat, könnte es überflüssig erscheinen, einen Beitrag zu der Frage über die Wirkungsweise der Buhnen zu liefern. Wenn man aber genauer zusieht und die Ansichten sowohl der Fachmänner als auch der Lehrbücher und des sonstigen Schrifttums über diesen Gegenstand einholt, dann kommt man zu der Überzeugung, daß selbst über die Wirkungen der Buhnen sehr auseinandergehende Meinungen herrschen und daß wir erst recht weit davon entfernt sind, die Naturvorgänge selbst, die diese Wirkungen veranlassen, vollständig zu erkennen. Man wird es mir erlassen, das Gesagte, was leicht sein würde, durch Beispiele zu belegen, und ich weiß mich auch darin des Einverständnisses der Fachgenossen sicher, daß die Grundlage, auf der unsere weitere Erkenntnis aufgebaut werden muß, nur durch Beobachtung der Naturvorgänge selbst und der von ihnen hervorgebrachten Wirkungen erlangt werden kann. Nun hat schon G. Hagen[1]) es ausgesprochen, daß die hier anzustellenden Beobachtungen im großen wesentlich dadurch erschwert werden, daß in den Strömen weder der Wasserstand noch die Geschwindigkeit dauernd dieselben bleiben, man also nicht mit Sicherheit angeben kann, unter welchen Umständen dieser und jener Erfolg eingetreten ist. Er hat daher, wie an genannter Stelle von ihm beschrieben, versucht, die Wirkungen der Buhnen dadurch zu prüfen, daß er in einem kleinen künstlichen Kanale die Ablagerung und das Abtreiben des Sandes beobachtete. Seine Einbauten bestanden aus metallenen dreiseitigen Pyramiden, die auf einer der drei Seiten ruhten und daher solche Werke vorstellten, deren Krone von der Wurzel nach dem Kopfe stark abfällt und im Flußbette ausläuft.

Leider macht Hagen keine Angaben über die von ihm gewählten Abmessungen, auch sind die mitgeteilten Versuchsergebnisse,[2]) wie er selbst hervorhebt, deshalb nicht einwandfrei, weil „während der Versuche manche Anomalien eintraten, woher die Wirkung sich nicht so gleichmäßig zeigte, wie die Zeichnung es angibt.“ Und doch sind es nur Versuche im kleinen, die hier zum Ziele führen können und das um so sicherer tun werden, je planmäßiger und folgerichtiger sie durchgeführt werden und je größer der Versuchsmaßstab genommen wird. Hagen sagt im Anschluß an seine eben erwähnten Versuche:[3])

> „Bei der großen Beweglichkeit des Wassers darf man wohl erwarten, daß die Wirkungen, die in dem kleinen Kanale beobachtet wurden, ungefähr denjenigen entsprechen, die in Strömen und Flüssen eintreten. Zwischen beiden zeigt sich in der Tat ein unverkennbarer Zusammenhang, doch darf man nicht unbeachtet lassen, daß die viel größeren Massen im letzteren Falle die inneren Bewegungen wesentlich fördern und demnach bei gleicher mittlerer Geschwindigkeit auch viel auffallendere Wirkungen veranlassen.“

Daß gerade zu solchen Versuchen das Flußbaulaboratorium bestimmt ist, habe ich an dieser Stelle bereits ausgesprochen:[4]) es soll hauptsächlich ermöglichen, die Wirkungen des fließenden Wassers auf die Gestaltung der beweglichen Flußsohle mit und ohne Einwirkung von Flußbauwerken zu erforschen. Damals schon habe ich den Ausspruch Hagens angeführt, daß vorzugsweise die Erfolge derjenigen baulichen Anlagen noch sehr unsicher seien, welche die dabei beabsichtigten Zwecke nicht unmittelbar herbeiführen, die vielmehr das Wasser zu gewissen Wirkungen veranlassen sollen. Ich habe weiter den Hinweis Hagens auf die Buhnen wiedergegeben, daß die Erfahrung zwar auch bei ihnen zu manchen Regeln geführt habe, daß man aber noch keineswegs zur klaren

1) Handbuch der Wasserbaukunst, 3. Auflage, 2. Teil 1. Band Seite 397.
2) a. a. O. Taf. XI Fig. 86.
3) a. a. O. S. 397.
4) Zeitschr. f. Bauw. 1900 S. 343 ff.

Einsicht in ihre Wirkungen und dadurch zur Entscheidung über ihre zweckmäßigste Anordnung gelangt sei. Nicht unterlassen möchte ich es endlich, auf die Ausführungen Rehbocks über den Zweck der Flußbaulaboratorien und ihre Bedeutung für Theorie und Praxis hinzuweisen.[5])

Die nachfolgend beschriebenen Versuche über die Wirkung von Buhnen wurden dadurch veranlaßt, daß ich bei Versuchen über das Verhalten der Weichselstrecke zwischen Kil. 140 und 148[6]) darauf geführt wurde, der Wirkung der hier befindlichen Buhnen besonders nachzugehen. Sehr bald erweiterte sich dieser anfänglich beschränkte Arbeitsplan zu einer größeren und umfassenden Untersuchung der bei Querbauten in strömendem Wasser auftretenden Wirkungen, die ich im Sommer 1902 begonnen und mit durch den Lehrbetrieb verursachten kurzen Unterbrechungen im Januar d. J. zu Ende geführt oder richtiger zu einem vorläufigen Abschlusse gebracht habe. Zu einem vorläufigen Abschlusse: denn ich hoffe, daß meine Mitteilungen einen Meinungsaustausch veranlassen und mir neue Anregungen und Gesichtspunkte bringen und so nicht nur eine Fortführung meiner Versuche, sondern auch eine Wiederholung derselben in anderen Versuchsanstalten bewirken werden.[7])

Um die zu untersuchenden Buhnenwirkungen unter möglichst einfachen und möglichst klar zu übersehenden Verhältnissen zu erhalten — die Einführung weiterer Einflüsse würde die Aufgabe nur verwickelt haben und kann, wenn angezeigt, besonderen späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben —, wurden die Buhnen (Abb. 1 bis 5 Bl. 46) in einer geradlinien Flußstrecke und nur an einer, der rechten, Uferseite eingebaut. Indem die mit Buhnen verbaute Uferstrecke auf den mittleren Teil des Gerinnes, von Stat. 6 bis Stat. 9, beschränkt wurde, wurden die störenden Einflüsse sowohl des Zuflusses als auch des Abflusses erheblich abgeschwächt. Um sie ganz zu beseitigen, machte sich jedoch noch eine besondere Anordnung zunächst am oberen Einlaufe notwendig. Wegen der sehr kleinen Abmessungen der Vorkammer kann das Wasser, falls es in größerer Menge in das Gerinne eintritt, nicht genügend beruhigt werden, so daß dann tiefe Auskolkungen des Sandbettes am Anfange der Flußstrecke hervorgerufen werden. Da nun aber, wie man weiter sehen wird, der Wert und das Wesen der Versuche darin besteht, daß sie sämtlich unter genau den gleichen äußeren Umständen ausgeführt werden müssen, um unter sich vergleichbar zu sein, diese Auskolkungen aber trotz größter Sorgfalt und Vorsicht bei der Ausführung der Versuche jedesmal ein verschiedenes Gepräge zeigten, so kam es darauf an, dieselben möglichst zu verhindern. Das ist dadurch geschehen, daß, wie Abb. 1 Bl. 46 zeigt, unmittelbar am oberen Einlaufe unter dem Sandbette ein sich allmählich verlaufendes Grundbett aus Grobkies angeordnet wurde. Überdies wurde durch die Einfügung eines schwimmenden Brettes bei *a* eine weitere Beruhigung des Wassers in der Vorkammer herbeigeführt. Am unteren Auslaufe machte sich, worauf auch Rehbock[8]) hingewiesen hat, der Rückstau störend bemerklich, der durch die Querrippen des Sandfanges hervorgerufen wurde. Diesen Rückstau habe ich einfach dadurch beseitigt, daß ich dem Gerinne ein größeres Gefälle gab als der Bettsohle (vgl. Abb. 1 Bl. 46), so daß die Bettschicht, die oben stets mit 10 cm Stärke beginnt, nach unten an Stärke entsprechend zunimmt. Das bringt auch den weiteren sehr beachtenswerten Vorteil mit sich, daß die Sandwanderung durch die untere Abschlußrippe *r* nicht behindert wird.[9])

Während das Gerinne ein Gefälle von 0,00893 erhielt, erschien es zweckmäßig, das Sandbett mit einem solchen Gefälle einzubauen, daß sich unter der Wirkung des strömenden Wassers die entsprechenden Gleichgewichtsgefälle von selbst ausbildeten. Auf Grund von Vorversuchen wurde deshalb bei jedem Versuche die Sandschicht nach einem Gefälle von 0,00234 abgeglichen, das sich während des Durchflusses durch Auswaschung oben und Ablagerung unten im Mittel auf 0,00126 verminderte.

Die in das Gerinne eingebrachte Sandschicht bestand aus gesiebtem und ausgewaschenem Elbsande von folgender durch sorgfältige Siebversuche ermittelten Zusammensetzung. In 200 cbcm sind enthalten:

50 cbcm	Sand mit einer Korngröße von	1,20	mm
92 „	„ „ „ „ „	0,95	„
36 „	„ „ „ „ „	0,50	„
18 „	„ „ „ „ „	0,30	„
4 „	„ „ „ „ „	0,10	„
	mittlere Korngröße	0,76	mm.

Bei der geringen Größtwassermenge von 30 sec/l konnte die besonders wichtige hohe Überströmung der Buhnen nur durch eine möglichst weitgehende Einengung des Durchflußquerschnittes herbeigeführt werden. Es wurde daher (Abb. 2 und 3 Bl. 46) das mit Schrotsäckchen befestigte linke Ufer hochwasserfrei angelegt und so weit vorgeschoben, daß zwischen ihm und den Buhnenköpfen eine N.W.-Breite von 76 cm verblieb. Die Buhnen selbst aber wurden so tief eingebaut, daß ihre Krone am Kopf auf N.W.-Höhe gleich 2,7 cm über Bettsohle zu liegen kam und sie bei H.W. bei einer Kronenneigung 1 : 50 im Mittel 3,5 cm hoch überströmt wurden. Hierbei stürzte aber das vor den Buhnen angestaute Wasser sehr heftig über die Kronen

5) Zeitschr. f. Bauwesen 1903 S. 103 ff.

6) Zentralbl. d. Bauverw. 1901 S. 50.

7) Bei den nachfolgenden Ausführungen setze ich die Bekanntschaft mit meiner vorerwähnten Beschreibung des hiesigen Flußbaulaboratoriums (S. 343 Jahrg. 1900 d. Zeitschr.) voraus und verweise behufs etwaiger Erläuterungen auf die angegebene Quelle.

8) a. a. O. S. 117.

9) In dieser Weise arbeite ich schon einige Jahre, ohne daß ich das Gefälle der Rinne verändere: ich bewirke vielmehr die Gefälleänderung lediglich durch die Neigung der Sandschicht, selbstredend unter entsprechender Stellung der Abflußklappe *k*. Das hat mir den Gedanken nahe gebracht, bei einer etwaigen neuen Anlage — die wegen der unzureichenden Länge meines Gerinnes in absehbarer Zeit nötig werden wird — die bewegliche eiserne Rinne durch einen festen Kanal zu ersetzen. Nach meinen bisherigen Erfahrungen braucht man auf Gefälle von mehr wie 0,01 nicht Rücksicht zu nehmen. Ich stelle daher hiermit für etwaige Neueinrichtungen den Vorschlag zur Erwägung, anstatt eines beweglichen Gerinnes einen festen Kanal mit etwa dem genannten Gefälle anzulegen und die Gefälleänderung lediglich durch die Sandschicht zu bewirken. Nehme ich dabei die von Rehbock mit Recht vorgeschlagene, da genügende, Kanaltiefe zu 30 cm an, dann würde bei 2000 cm Kanallänge und bei wagerechter Kanaloberkante die größte Kanaltiefe am unteren Ende sich zu 50 cm ergeben, von der mindestens 10 cm für die Sandschicht in Abzug zu bringen sein würden. Daß eine festliegende Gerinneoberkante, namentlich wenn sie genau wagerecht liegt, für alle Messungen von großem Vorteile sein würde, liegt auf der Hand. Ich bin z. Zt. mit der Aufstellung eines dahingehenden Entwurfes beschäftigt.

und verursachte in den Buhnenfeldern solche Wirkungen, wie sie in der Natur bei mäßiger Überströmung entstehen. Nachdem eine große Zahl derartiger Versuche durchgeführt war, kam es darauf an, auch noch solche Versuche anzustellen, die den Verhältnissen bei H.W., also einer hohen Überströmung der Buhnen möglichst entsprechen würden. Eine noch weitergehende Breitenbeschränkung war nicht angezeigt, da dann der Versuchsmaßstab zu klein ausgefallen sein würde. Somit blieben nur zwei Wege übrig, um solche Erscheinungen im Gerinne hervorzurufen, die hoher Überströmung entsprechen: einmal die Vergrößerung der durchfließenden Wassermenge und dann die Verminderung des Gefälles, d. h. der Stromgeschwindigkeit. Zu ersterem Zwecke wurde der vierpferdige Elektromotor durch einen sechspferdigen ersetzt und gleichzeitig die Kreiselpumpe mit einer kleineren Riemenscheibe versehen, also ihre Umlaufzahl vergrößert. Wegen des großen Widerstandes des Druckrohres konnte aber mit diesen Mitteln die Größtwassermenge nur auf 31,1 sec/l gesteigert werden. Die Gefälleverminderung wurde dadurch bewirkt, daß die Bettsohle wagerecht abgeglichen wurde. Endlich wurden die Buhnen etwas tiefer eingebaut. Nunmehr ging das H. W. mit geringerer Geschwindigkeit und in einer um reichlich 1,4 cm höheren Wasserschicht (Abb. 4 Bl. 46) über die Buhnenkörper, gleichzeitig aber unterblieb auch wegen der jetzt mangelnden Stromkraft die allgemeine Wanderung der Sinkstoffe. Trotzdem zeigten sich an den Buhnen die kennzeichnenden H. W.-Wirkungen in voller Schärfe, wie sie später zu besprechen sein werden.

Der senkrechte Abstand der Buhnenköpfe vom rechten Ufer — hier die lotrechte Gerinnenwand — wurde für alle Versuche (Abb. 3 und 4 Bl. 46) zu 40 cm festgesetzt. Der Abstand der Buhnen unter sich wurde gleich der „Normalbreite", 76 cm, angenommen (vgl. Abb. 2 Bl. 46). Die Anzahl der Buhnen wurde auf vier beschränkt: so erhielt man wenigstens ein Buhnenfeld, das zwischen zwei andern lag. Um den Einfluß des Buhnenabstandes auf die Buhnenfelder zu erforschen, wurde bei den dahingehenden Versuchen die dritte Buhne fortgelassen.

Oberhalb der Buhnenstrecke war das ebenfalls mit Schrotsäckchen gedeckte rechte Ufer (Abb. 2 Bl. 46) bis zur Streichlinie vorgeschoben, in Höhe der Buhnenkronen abgeglichen und die dahinter liegende Überschwemmungsfläche mit Feinkies so befestigt, daß sie dem darüber streichenden H. W. genügenden Widerstand darbot. Sowohl dieses N. W.-Ufer als auch das gegenüberliegende H. W.-Ufer wurden in sanfter Krümmung bis zum oberen Einlaufe erweitert, um auch hierdurch den Wassereintritt möglichst ruhig zu gestalten. Nur bei den H. W.-Versuchen mit wagerecht abgeglichener Sohle wurde das rechtsufrige Schutzgelände nicht eingebaut, so daß die erste Buhne in ihrer ganzen Länge gleichmäßig von der allerdings nur schwachen Strömung getroffen wurde.

Die Buhnen wurden in Zementmörtel 1:3 genau nach Zeichnung in Holzformen hergestellt. Ihre Formen und Abmessungen gehen aus den Abb. 10 bis 21 Bl. 47 hervor. Sie wurden, wie erwähnt, für die Versuche ohne Überströmung (N.W.) und bei mäßiger Überströmung (M.H.W.) nach Abb. 3 Bl. 46 und für die bei hoher Überströmung (H.W.) nach Abb. 4 Bl. 46 eingebaut. Sie reichten daher so tief in das Sandbett, daß erst bei verhältnismäßig tiefer Auskolkung die Köpfe unterspült wurden. Der durchgeführte Arbeitsplan war der folgende.

Untersuchung der Wirkung der Buhnen:

1. Nach ihrer Höhenlage zum Wasserspiegel
   a) ohne Überströmung (N.W.),
   b) bei mäßiger Überströmung (M.H.W.)
   c) bei hoher Überströmung (H.W.).
2. Nach ihrer Richtung zur Strömung
   a) stromaufwärts gekehrte Buhnen,
   b) senkrechte Buhnen,
   c) stromabwärts gekehrte Buhnen.
3. Nach ihrem gegenseitigen Abstande
   Verbauung ein und derselben Uferstrecke
   a) mit vier Buhnen,
   b) mit drei Buhnen (unter Fortlassung der dritten Buhne).
4. Nach ihrer Form
   die zwölf Buhnenformen A bis L.

Über die Ausführung der Versuche ist im einzelnen folgendes zu bemerken:

Zu 1a. Die Wassermenge wurde so bemessen, daß der Wasserspiegel genau bis zur Oberkante der Buhnenköpfe, die unter sich in entsprechendem Gefälle lagen, reichte. Das war der Fall bei einem Durchflusse von 5 sec/l, dessen Dauer bei jedem Versuche zehn Stunden betrug. Während dieses N.W.-Durchflusses wurden bei jedem Versuche mit kleinen Hollunderkügelchen die Strömungserscheinungen in den Buhnenfeldern aufgenommen. Unmittelbar vor Abstellung des Durchflusses wurde das Wasserspiegelgefälle einnivelliert. Nach Schluß des Schiebers wurde das Wasser sorgfältig abgelassen, so daß die eingetretenen Bettformen keinerlei Änderung erlitten, das Flußbett über Nacht austrocknete und am nächsten Morgen die Querschnitte mit dem Querschnittzeichner aufgenommen werden konnten.

Zu 1b. Nunmehr wurde das Wasser wieder zugelassen und in genau einstündigen Zeitabschnitten durch entsprechende und bei jedem Versuche in genau demselben Maße bewirkte Mehröffnung des Zuflußschiebers in seiner Menge so gesteigert, daß nach genau fünf Stunden die Größtwassermenge von 30 sec/l erreicht war. Nach zweistündigem Durchflusse dieser Wassermenge wurde der Schieber geschlossen. Unmittelbar vorher war das Spiegelgefälle durch Nivellement aufgenommen. Am Tage darauf wurde nach Aufnahme der Querschnitte das Bett für den nächsten Versuch wieder eingebaut.

Zu 1c. Nach Abschluß aller vorbeschriebenen Versuche wurden die H.W.-Versuche so ausgeführt, daß zunächst das Gerinne in sehr sorgfältiger Weise von unten her mit Wasser angefüllt wurde bis zu der durch Vorversuche ermittelten H.W.-Höhe. Alsdann wurde während zehn Minuten ein Durchfluß von 31,1 sec/l bewirkt. Während dieser Zeit wurden mit Sohlenschwimmern und durch Einstreuen feinen Formsandes die eigenartigen und besonders wichtigen Strömungserscheinungen auf der Sohle der Buhnenfelder gemessen. Am folgenden Tage wurden, da das Bett inzwischen ausgetrocknet war, die Neubildungen in den Buhnenfeldern durch Lichtbildaufnahmen festgelegt.

Zusammenstellung und Zahl der ausgeführten Versuche.

Richtung der Buhnen	N.W. stromaufwärts		N.W. senkrecht		N.W. stromabwärts		M.H.W. stromaufwärts		M.H.W. senkrecht		M.H.W. stromabwärts		H.W. stromaufwärts		H.W. senkrecht		H.W. stromabwärts		Summe
Anzahl der Buhnen	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	
Buhne A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						13
„ B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1						14
„ C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						13
„ D	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1						14
„ E	1		1		1		1		1		1		1						7
„ F	1		1		1		1		2		1		1						8
„ G	1						1						2		1				5
„ G'													1						1
„ H	1						2												3
„ I	1						1						1						3
„ K	1						1						1						3
„ L	1						1						2						4

Insgesamt 88 Aufnahmen,
davon 14 Lichtbildaufnahmen.

Zu 2a. Die Buhnen wurden unter 70° stromaufwärts eingebaut. Da diese Buhnenrichtung für die praktische Anwendung — soweit es sich um Ströme oberhalb des Flutgebietes handelt — vorzugsweise in Frage kommt, so sind die Versuche für alle Wasserverhältnisse und alle Buhnenformen vollständig durchgeführt worden.

Zu 2b. Wie die Zusammenstellung zeigt, sind die Versuche nur für sechs Buhnenformen und nur für 1a und 1b sowie 3a und 3b zur Ausführung gekommen, da schon diese Versuche die erforderlichen Unterlagen für den Vergleich mit den anders gerichteten Buhnen ergaben und es zweckmäßig erschien, das Beobachtungsmaterial nicht unnütz zu vermehren.

Zu 2c. Auch die Versuche mit den unter 70° stromabwärts eingebauten Buhnen konnten beschränkt werden und zwar auf vier Buhnenformen und auf die Verhältnisse 1a 1b, 3a und 3b.

Zu 3a und 3b. Eine Ausdehnung der aus der Zusammenstellung ersichtlichen Versuche auf alle Buhnenformen und auf 1c würde neue Gesichtspunkte nicht erbracht haben.

Zu 4. Die zwölf Buhnenformen sind mit Ausnahme der Form *G'* sämtlich für den praktisch wichtigsten Fall 2a und für alle Wasserverhältnisse untersucht worden. Die Buhnen *G* sind bei hoher Überströmung sowohl unter 70° als auch unter 45° stromaufwärts untersucht worden, um wenigstens an einem Beispiele den Einfluß des Grades der Richtung stromaufwärts darzulegen. Ich unterlasse aber nicht, auf den akademischen Charakter eines Teils dieser Versuche hinzuweisen, insofern es nicht möglich ist, in Wirklichkeit die unter N.W. liegenden Teile der Buhnenköpfe genau nach solchen Formen herzustellen. Trotzdem haben gerade diese Versuche, wie man sehen wird, zu Ergebnissen geführt, die für die Praxis besonders wichtig sind.

Die Versuchsergebnisse zu 1a und 1b sind sämtlich zeichnerisch im Maßstabe 1:10 aufgetragen, und zwar ist jedesmal die Modellstrecke von Stat. 3,95 bis Stat. 10,95 unter Eintragung der in Abständen von je 0,5 cm ermittelten Linien gleicher Wassertiefen dargestellt worden. In den verkleinerten Abb. 1 bis 9 Bl. 47 sind zur Vermeidung übermäßiger Raumbeanspruchung die Modellstrecken nur von Stat. 5,8 bis Stat. 10,2 wiedergegeben worden. Die Tiefenlinien beziehen sich in allen Aufnahmen auf N.W. Die bei diesem Wasserstande beobachteten Strömungserscheinungen in den Buhnenfeldern sind für alle Versuche zeichnerisch dargestellt. Endlich liegen von allen Versuchsergebnissen zu 1c Lichtbildaufnahmen vor. Es ist nun wegen der hier gebotenen räumlichen Beschränkung leider unmöglich, diese Aufnahmen in ganzem Umfange hier wiederzugeben, würde das doch bedeuten die Wiedergabe von nicht weniger denn 74 Grund- und Höhenplänen. Nur die besonders wichtigen Lichtbildaufnahmen sind sämtlich zum Abdrucke gelangt (Bl. 48), wenn auch unter Beschränkung auf das dritte Buhnenfeld. Um den Lesern jedoch eine Vorstellung von den alle Buhnenfelder umfassenden Lichtbildaufnahmen zu bieten, gebe ich in Abb. 9 Bl. 48 ein vollständiges Beispiel.

Ich muß mich daher auf die Vorführung einer Auswahl von besonders kennzeichnenden Versuchsergebnissen beschränken, so daß auch der Leser, der das gesamte Material nicht studieren kann, in den Stand gesetzt wird, sich selbst ein Urteil zu bilden und meine Schlußfolgerungen kritisch zu prüfen. Bevor in eine Erörterung der letzteren eingetreten wird, die aus den auf den Atlanblättern 46 bis 48 dargestellten und den sonstigen hier nicht wiedergegebenen Versuchsergebnissen abzuleiten sind, erscheint es zweckmäßig, eine Erörterung allgemeiner Natur über die Wirkung von Buhnen vorauszuschicken.

Jede Querschnittverengung vermehrt die Widerstände, die das strömende Wasser zu überwinden hat, bewirkt daher einen Aufstau des Wassers von solcher Höhe, daß eine der Widerstandsvermehrung entsprechende Vergrößerung der Geschwindigkeit erzeugt wird. Folgt der Querschnittverengung plötzlich eine Erweiterung des Abflußquerschnittes, wie solches bei jeder Buhne der Fall ist, dann entsteht eine ebenso plötzliche Verminderung der Geschwindigkeit und damit ein Überschuß an lebendiger Kraft des strömenden Wassers, der sich in inneren, schädlichen Wirbelbewegungen verzehrt, anstatt in eine für die anschließende Stromstrecke nutzbringende Arbeit umgesetzt zu werden. Aber nicht nur deshalb sind diese inneren Bewegungen schädlich. Sie sind vor allem vom Übel, weil sie in der Nähe der Buhnenköpfe mehr oder minder tiefe, anfänglich voneinander getrennte, aber bald sich vereinigende Kolke erzeugen, die der Schiffahrt in keiner Weise zu gute kommen, dahingegen den Bestand der Buhnen, insbesondere der Buhnenköpfe gefährden und die Ausbildung einer in genügendem Abstande von diesen liegenden Fahr-

rinne verhindern. Sie sind es, die die bei N.W. schon an und für sich schwache Stromkraft dadurch noch mehr vermindern, daß das Wasser, anstatt in einer geschlossenen Rinne abzufließen, sich in diese örtlichen Ausfurchungen des Strombettes hineinwirft, wobei oft schroffe Übergänge von einem Ufer zum andern sich bilden, oder gar, was für Vorflut und Schiffahrt noch schlechter, das Flußbett sich in mehrere kleinere Rinnsale spaltet. So lange die Buhnenfelder nicht verlandet sind, können diese Kolke auch nicht verschwinden, da ja die Ursache zu ihrer Bildung, die plötzliche Querschnitterweiterung, noch bestehen bleibt. Erst mit zunehmender Verlandung der Buhnenfelder legen sich auch die Kolke mehr und mehr zu, und ihre Neubildung wird nicht zu fürchten sein, sobald die Verlandung bis zur Buhnenhöhe und zur Streichlinie angewachsen ist oder auch durch Ablagerung von Baggerboden künstlich bewirkt worden ist.[10])

Nun bieten sich zunächst zwei Mittel dar, um die Bildung der Wirbel vor den Buhnenköpfen und die durch Deckung des zwischen zwei Buhnenköpfen gebildeten Neuufers. Dieses Mittel führt aber nur dann zum Ziele, d. h. zur Ausbildung eines guten Stromschlauches, wenn einmal die Normalbreite von vornherein richtig gewählt und zum anderen durch die Baggerung selbst die Austiefung oder Umformung des Flußbettes genau entsprechend dieser Normalbreite bewirkt werden könnte. Denn beim Nichtzutreffen der ersten Bedingung würde die dann nötig werdende Veränderung der Normalbreite ein Aufgeben des Uferdeckwerke bedingen, während beim Versagen der letzten Bedingung von der Strömung die den neuen Verhältnissen entsprechende richtige Umformung des Stromschlauches herbeigeführt werden müßte. Alsdann aber würden die von den Erosionsstrecken ausgewaschenen Sinkstoffe wegen Mangels natürlicher Ablagerungsplätze weiter unterhalb im Flußbette selbst sich ablagern: es würde also auf Kosten der unteren Flußstrecke die Verbesserung der oberen bewirkt worden sein. Denn nicht nur darin besteht die Überlegenheit des Buhnensystems,

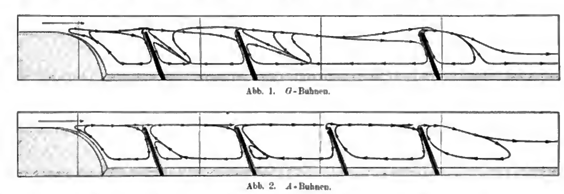


Abb. 1. *G*-Buhnen.

Abb. 2. *A*-Buhnen.

sie hervorgerufenen tiefen Auskolkungen abzuschwächen: das erste besteht darin, daß man die Buhnen nicht sogleich in ihrer ganzen Höhe erbaut, sondern sie anfangs sehr niedrig hält und sie nur in dem Maße langsam erhöht, wie die Verlandung zwischen ihnen fortschreitet. Der andere Weg ist der, daß man vor Erbauung der Buhnen die Flußsohle in der Gegend der zukünftigen Buhnenköpfe befestigt und dadurch den Wirbeln die Möglichkeit nimmt, die Flußsohle in der Nähe der Buhnenköpfe auszukolken. Während der Befolgung der letzteren sehr wichtigen Maßnahme keinerlei Bedenken entgegenstehen, sobald sie richtig ausgeführt wird, ist dem nicht immer so hinsichtlich der allmählichen und mit Unterbrechungen zu bewirkenden Aufhöhung der Buhnen. Abgesehen davon, daß es in manchen Fällen erwünscht sein kann, den beabsichtigten Regulierungserfolg möglichst bald herbeizuführen, wird sich bei einer derartigen Ausführung meistens die jedesmalige Sicherung des Kopfes und der Krone des anfänglichen Unterwasserwerks erforderlich machen, die jedenfalls hinsichtlich der Krone bei jeder nachfolgenden Erhöhung verloren gegeben werden muß.

Ein drittes sehr wirksames, ja das wirksamste aller Mittel besteht darin, daß man unverzüglich nach Fertigstellung der Buhnen die Buhnenfelder bis zur vollen Höhe und in ihrer ganzen Ausdehnung mit Baggerboden hinterfüllt unter leichter

„daß die Anpassung an das erst nachträglich erkannte Bedürfnis bezüglich der Größe des Durchflußprofils und an die definitive Lage des Flußbettes, wenn diese der Voraussicht nicht ganz entspricht, leicht und mit geringen Kosten verbunden ist.“[11]) Seine Vorzüge sind vornehmlich auch darin zu erblicken, daß bei ihm das Flußbett lediglich durch die Wirkung des strömenden Wassers so umgeformt werden kann, wie es dem angestrebten Gleichgewichtszustande zwischen dieser Angriffskraft und dem Widerstandsvermögen der Flußsohle entspricht, ohne daß die unteren Strecken verschlechtert werden, da den ausgewaschenen Sinkstoffen in den Buhnenfeldern natürliche Ablagerungsplätze geboten sind, deren Verlandung, wie wir nunmehr erkennen, in doppelter Hinsicht der gestellten Aufgabe zu Nutzen kommt. Die Buhnen müssen mithin so angelegt werden, daß sie die an sie zu stellende wichtige Aufgabe, das ist die möglichst rasche, regelmäßige und vollständige Verlandung ihrer Zwischenfelder erfüllen können.

Die Wirkungen der Buhnen sind zunächst verschieden je nach ihrer Höhenlage zum Wasserspiegel. Sie sind von G. Hagen[12]) so ausführlich und lichtvoll geschildert, daß ich im großen und ganzen mich darauf beschränken kann, auf diese wichtige Quelle hinzuweisen und hier meine Versuchs-

10) Vergl. auch J. Dalmann, Über Stromkorrektionen im Flutgebiet. Hamburg 1856. S. 18.

11) v. Salis, Das Schweizerische Wasserbauwesen. Bern 1883. S. 65.

12) a. a. O. 2. Teil, 1. Band S. 277 ff., S. 361 ff. und 2. Band S. 36 ff.

ergebnisse nur soweit zu beleuchten, als es sich um die Aufstellung neuer Gesichtspunkte handelt.

So lange die Buhnen nicht überströmt wurden, zeigten sich in den Buhnenfeldern bei allen Versuchen die in Text-Abb. 1 u. 2 dargestellten Nehrungs- oder Gegenströmungen. Wie man sieht, tritt die ausgehende Strömung an der Unterwasserseite der Buhnen erst in der Nähe der Buhnenköpfe an diese heran, während in der Nähe der Buhnenwurzeln sich allenthalben eine eingehende Strömung zeigt, deren Mächtigkeit mit dem Buhnenabstande zunimmt und längs des oberen Teiles des Altufers eine mit der allgemeinen Abflußrichtung zusammenfallende Strömung hervorruft. Im übrigen kommen diese Strömungserscheinungen für die Beurteilung der Verlandungswirkungen erst in letzter Linie in Betracht. Dazu ist vielmehr lediglich die Frage zu beantworten: wie gelangen die Sinkstoffe aus dem Flußbette in die Buhnenfelder? Zu dem Ende betrachten wir an Hand der mitgeteilten Versuchsergebnisse die Verlandungswirkungen bei den verschiedenen Wasserständen.

Die Abbildungen 1, 4, 6 und 8 Bl. 47 zeigen die bei allen N.W.-Versuchen in der Nähe der Buhnenköpfe entstandenen Auskolkungen: die aus diesen ausgewaschenen Sinkstoffe haben die Sandrücken gebildet, die bei aller Verschiedenheit in ihrer Form und Größe das gemeinsam haben, daß sie sich stromabwärts und etwas uferwärts an die Kolke anschließen, mithin in der Nähe der Streichlinie liegen.

Die Abbildungen 2, 5, 7 und 9 Bl. 47 lassen die Wirkung nach mäßiger Überströmung der Buhnen erkennen: die Kolke haben sich vertieft und verlängert und sind mehr oder minder miteinander in Verbindung getreten. Unmittelbar an den Unterwasserseiten der Buhnen erblicken wir die durch das übergestürzte Wasser hervorgerufenen Auswaschungsrinnen. Die Sandrücken sind stromabwärts getrieben, haben sich mithin den Oberwasserseiten der Buhnen genähert oder diesen ganz angeschlossen. Das Flußbett zeigt ein wirres Durcheinander der Linien gleicher Wassertiefen, wie wir es bei unseren Aufnahmen draußen nicht zu erhalten pflegen. Das ist darauf zurückzuführen, daß meine Aufnahmen ein Augenblicksbild bei höheren Wasserständen darstellen, während wir draußen unsere Peilungen nach Ablauf des Hochwassers machen, nachdem das dem H.W. folgende M.W. und N.W. ein Strecken der Tiefenlinien bewirkt hat. Das geht auch hervor aus der Aufnahme Abb. 3 Bl. 47, die gemacht wurde, nachdem durch die Strecke der Abb. 2 Bl. 47 während eines fünfstündigen Durchflusses das M.H.W. bis auf N.W. gefallen war. Man erkennt durch einen Vergleich der beiden Abbildungen diese streckende Wirkung der dem H.W. folgenden Kleinwässer.

Die Lichtbildaufnahmen auf Atlasblatt 48 endlich zeigen die Wirkung einer hohen Überströmung.

Aus diesen geht zunächst hervor, daß, wie schon erwähnt, während des H.W.-Durchflusses die Bettsohle nicht ins Wandern geraten ist: sie ist vollkommen glatt geblieben. Man könnte daher diesen Versuchen vorhalten, daß sie keine mit der Natur übereinstimmenden Vorgänge zeigen, da es doch in unseren natürlichen Wasserläufen die bei H.W. auf der Flußsohle wandernden Sinkstoffe sind, die die Verlandung der Buhnenfelder bewirken, wenn man von den feineren Sinkstoffen absieht, die, schwebend im Wasser davongetragen, über die Buhnenkronen in die Buhnenfelder gelangen und bei fallendem Wasser hier zur Ablagerung kommen.[13]) Zur Prüfung dieses Einwandes ist es nötig, die Vorgänge zu schildern, die bei diesen Versuchen beobachtet wurden. Unmittelbar nach Beginn des Durchflusses bildeten sich die aus den Abbildungen ersichtlichen Kolke an den Buhnenköpfen, indem der ausgewaschene Sand in sehr ausgesprochener Weise längs der stromabwärts liegenden Buhnenseiten uferwärts getragen wurde, um sich in einem gewissen Abstande vom Buhnenkopfe, aber stets in engem Anschlusse an die Buhne, abzulagern. Sobald die Kolke sich völlig ausgebildet hatten, hörte auch diese Verlandungswirkung auf, da ja außerhalb des Bereiches der Buhnenköpfe die Flußsohle sich im Ruhezustande befand, also neue Sinkstoffe in die einmal gebildeten Kolke nicht hineingerieten. Wenn ich aber die Kolke wieder zuwarf, dann wurde sofort der Sand aufs neue aus ihnen herausgewirbelt, auf der Sohle rollend und in dem wirbelnden Wasser schwebend uferwärts getragen, so die Verlandung flußwärts verbreiternd und auch etwas erhöhend. Ein abermaliges Zuschütten der Kolke rief gleiche Wirkungen hervor. Indem aber bei diesem Verfahren die Sandfelder mehr und mehr sich flußwärts ausdehnten, so wurden gleichzeitig die Kolkbildungen kleiner. Der Unterschied zwischen meinen Versuchen und den Vorgängen draußen besteht mithin darin, daß in Wirklichkeit, solange das Hochwasser andauert, die Sinkstoffe ohne Unterbrechung in die Buhnenkolke geraten und von hier aus in die Buhnenfelder getragen werden. Zur weiteren Erforschung dieser sehr wichtigen Vorgänge habe ich zahlreiche Versuche mit Sohlenschwimmern und feinem Sande — Formsand — in der Weise angestellt, daß ich sie unmittelbar oberhalb der Buhnenköpfe in der Streichlinie einbrachte und nunmehr die von ihnen eingeschlagenen Wege verfolgte. Letztere sind in Abb. 10 Bl. 46 durch gestrichelte Linien wiedergegeben: man sieht, daß die Hochwasserverlandung so vor sich geht, daß die Sinkstoffe lediglich vom Kopfe der oberen Buhne aus in die Buhnenfelder gelangen, und daß die Linie *a b* die flußseitige Begrenzung dieser Verlandung darstellt. Man erkennt ferner die eingehende Sohlenströmung an beiden Seiten einer jeden Buhne. Diese ist so zu erklären, daß das über die Buhne mit großer Geschwindigkeit strömende Wasser der oberen Schichten das im Schutze der Buhnenkörper befindliche Wasser der unteren Schichten mit sich reißt: zum Ersatze fließt unmittelbar über der Sohle das Wasser vom Buhnenkopfe her nach, wobei die im Kolke aufgewirbelten Sandkörner rollend und schwebend uferwärts getragen werden. Je ungehinderter dieser untere Ersatzstrom nachfließen kann, um so energischer werden die Sinkstoffe vom Buhnenkopfe her in das Buhnenfeld hineingetragen, aber nur die Sinkstoffe, die in der Nähe der Streichlinie wandern.

Bei wieder fallendem Wasser stellt sich zunächst die mäßige Überströmung der Buhnen ein. Der vorher im engen Anschluß an die obere Buhne abgelagerte Sand wird von dem überstürzenden Wasser angegriffen. Es bildet sich längs der Unterwasserseite der Buhne eine Auswaschungs-

13) Bei tief liegenden und mit Weidenwuchs bestandenen Buhnen kann allerdings diese Verlandung die überwiegende sein.

rinne, während der Sandhügel im Buhnenfeld stromabwärts getrieben wird, um bei N.W. oberhalb der unteren Buhne zur Ruhe zu kommen. Die geschilderten Vergänge lassen sich kurz dahin zusammenfassen, daß bei N.W. und bei mäßiger Überströmung der Buhnen der stromseitige und stromabwärts gelegene, bei H.W. der uferseitige und stromaufwärts gelegene Teil der Buhnenfelder verlandet. Da die letztere Verlandung lediglich vom Kopf der oberen Buhne ausgeht, so wird sie keineswegs von dem bei N.W. ausgeworfenen und bei M.H.W. erhöhten Rücken (Abb. 10 Bl. 46) behindert, während die bei diesem Wasserstande entstehende Auswaschungsrinne längs der Unterwasserseite der Buhne die Verlandungsfähigkeit für das nächste H.W. wieder herbeiführt. So schädlich daher auch diese Rinne für den Bestand des Buhnenkörpers sein mag, so nützlich ist sie in bezug auf die Verlandungswirkung bei H.W.

Wenn man die Bettsohle in der Umgebung der Buhnenköpfe — natürlich vor der Erbauung der Buhnen — so befestigt, daß hier keine Auskolkungen sich bilden können, dann entstehen diese nur weiter abwärts, aber stets in der Nähe der Streichlinie: die ausgeworfenen Sandrücken werden sich dann noch mehr von der Unterwasserseite der Buhnen entfernen und daher das Eintreten des Sandes bei H.W. nur erleichtern.

Die Ergebnisse der Versuche über die Wirkung der Buhnen je nach ihrer Richtung zur Strömung bieten nichts Neues dar: sie bestätigen die bekannte Überlegenheit der stromaufwärts gekehrten Buhnen gegenüber den senkrechten und besonders den stromabwärts gerichteten. Sie zeigen jedoch, in wie hohem Maße die richtige Verlandung, also die vom Altufer nach dem Strom zu fortschreitende, durch die Vermehrung der Richtung stromaufwärts begünstigt wird. Man vergleiche die Abb. 7, 8 und 9 Bl. 48 miteinander: bei ein und derselben Buhnenform und bei gleichem Abstande der Streichlinie vom Altufer hat sich die Verlandung am meisten der Buhnenwurzel genähert bei den um 45° stromaufwärts gekehrten Buhnen, während eine solche bei den stromabwärts gerichteten Buhnen gar nicht eingetreten ist. Nun steht einer so starken Richtung stromaufwärts der Umstand entgegen, daß dann die Buhnen sehr lang werden. Da es aber darauf ankommt, den Sinkstoffen bei H.W. den Eintritt in die Buhnenfelder zu erleichtern, so könnte man an gekrümmte Buhnen nach Abb. 10 Bl. 48 denken. Bei diesen bildet z. B. die Endtangente mit der Streichlinie einen Winkel von 45°, trotzdem ist die Buhne nur unwesentlich länger als die der Abb. 7 Bl. 48, unter 70° geneigten. Anderseits ist zuzugeben, daß solche gekrümmten Buhnen bei einer etwa erforderlich werdenden späteren Verlängerung gegenüber geraden Buhnen im Nachteile sein würden.

Für die Beurteilung des Einflusses des Buhnenabstandes haben meine Versuche mit nur drei Buhnen, von denen ich nur zwei mitteile (Abb. 8 und 9 Bl. 47), neue Unterlagen nicht erbracht, vielmehr nur das bestätigt, daß es nicht angezeigt erscheint, diesen Abstand in geraden Flußstrecken größer zu machen als die Normalbreite.[14]

14) Es wird aber die Aufgabe besonderer Versuche sein, diesen Punkt weiter aufzuhellen.

Dahingegen haben sich neue Gesichtspunkte und Auffassungen ergeben hinsichtlich des Einflusses der Form sowohl des Buhnenkörpers als auch insbesondere des Buhnenkopfes. Was den ersteren angeht, so spielt er nur eine Rolle bei der Überströmung der Buhnen. Der im allgemeinen trapezförmige Querschnitt der Buhnenkörper kann entweder auf beiden Seiten gleiche Böschung aufweisen, Form *A* (Abb. 10 Bl. 47), oder die Seitenböschungen haben verschiedene Neigungen; entweder ist die stromabwärts liegende flacher als die andere, Form *E* (Abb. 14 Bl. 47), oder das umgekehrte ist der Fall: Formen *D*, *I* und *K* (Abb. 13, 20 und 21, Bl. 47). Vergleichen wir zunächst die Buhnen *D* und *E*, die sich ja nur in der Querschnittsform voneinander unterscheiden, miteinander (Abb. 4 und 5 Bl. 48), so sehen wir, daß die H.W.-Verlandung bei den ersteren besser ist wie bei den letzteren. Das rührt offenbar davon her, daß bei Buhne *E* die stromabwärts flach vortretende Böschung den Eintritt der Sinkstoffe und zugleich eine hohe Auflandung im engen Anschlusse an den Buhnenkörper erschwert.

Auch bei den Buhnen *I* und *K* sehen wir (Abb. 12 und 13 Bl. 48) die sehr gute H.W.-Verlandung. Die Versuche bei mäßiger Überströmung haben ebenfalls die Überlegenheit dieser Buhnenformen erwiesen: die durch das überstürzende Wasser gebildete Auswaschungsrinne liegt bei den anderen Buhnenformen — eben wegen der flachen von ihm getroffenen Böschung — in verhältnismäßig großem Abstande von der Buhnenkrone. Dadurch wird freilich die Standsicherheit des Buhnenkörpers vermehrt, aber auch gleichzeitig das Wiedereintreten der Sinkstoffe vom Buhnenkopfe her beim nächsten H.W. erschwert. Je steiler also die stromabwärts liegende Böschung des Buhnenkörpers ist, um so kräftiger wird die H.W.-Verlandung sein. Es empfiehlt sich daher, diese Böschung so steil zu machen, als dieses mit Rücksicht auf die Art der Baustoffe, die Bauweise und die Standsicherheit der Buhne möglich ist.

Die Neigung der der Strömung zugekehrten Böschung ist ohne Einfluß auf die H.W.-Verlandung. Je flacher sie ist, um so kleiner wird bei allen Wasserständen die Auskolkung oberhalb des Buhnenkopfes, um so enger legen sich gleichzeitig die Verlandungsrücken an sie an.

Die Versuchsergebnisse hinsichtlich des Einflusses der Form des Buhnenkopfes führen zu nachstehenden wichtigen Schlußfolgerungen. Je flacher die Kopfböschung ist, um so mehr entfernen sich die Kolke stromabwärts vom Kopfe, um so flacher und langgestreckter werden sie; und umgekehrt: je steiler die Kopfböschung, in um so engerem Anschluß an den Kopf, um so mehr stromaufwärts um denselben sich herumlegend, um so tiefer und kürzer bilden sich die Kolke aus. Das gilt für alle Wasserstände. Je steiler also die Köpfe sind, um so mehr werden die Kolke voneinander getrennt bleiben, um so weniger ist zu befürchten, daß diese miteinander in Verbindung treten und in der Nähe der Streichlinie eine durchlaufende, die Ausbildung einer guten Fahrrinne behindernde, Kolkrinne bilden. Zu diesem Vorzuge der steilen Köpfe gesellt sich der sehr gewichtige, daß sie die H.W.-Verlandung gegenüber den flachen Köpfen, namentlich wenn diese stromabwärts flach auslaufen, wesentlich begünstigen. Zum Beweise des gesagten vergleiche man z. B. die H.W.-Wirkungen der Buhnen *B* und *C* oder *G* und *H*

(Abb. 2 und 3 sowie 7 und 11 Bl. 48) miteinander, die sich ja nur in der Neigung ihrer Köpfe voneinander unterscheiden. Man sieht, daß bei C und G die Sinkstoffe weiter in die Buhnenfelder eingetrieben sind, sich näher den Buhnenwurzeln abgelagert haben als bei B und H. Hierbei ist nochmals darauf hinzuweisen, daß die Aufnahmen die Verlandungen in ihrem Anfangszustande zeigen und daß diese Verlandungen bei ihrer weiteren Entwicklung flußwärts vorschreiten. Endlich ist den steilen Köpfen der Vorzug eigen, daß sie bei dem gleichen Abstande der Streichlinie vom Ufer eine geringere Querschnittsbeschränkung herbeiführen als die flachen weit vortretenden Köpfe. So wird beispielsweise nach Abb. 8 und 9 Bl. 46 der 1:5 geneigte Kopf den Querschnitt um die Fläche ABC mehr einschränken als der unter 1:1 geböschte. Je kleiner aber die plötzliche Querschnittsbeschränkung, um so mehr entfallen die Ursachen der Kolkbildung. Anderseits darf freilich nicht übersehen werden, daß trotzdem, da sie eine freiere Ausbildung der Wirbel gestatten, die steilen Köpfe tiefere Kolke, insbesondere auch stromaufwärts vor sich, hervorrufen als die flachen, sie daher mehr gefährdet sind als diese. Dem läßt sich aber meistens wirksam vorbeugen durch eine vorhergehende Befestigung der Stromsohle, wie solches in der Abbildung angedeutet ist. Die für diese Befestigung, die sich möglichst nicht über die Flußsohle erheben, vielmehr in diese hinabreichen sollte, aufzuwendenden Kosten werden sich mit den Mehrkosten für den flachen Kopf etwa ausgleichen, so daß auch vom wirtschaftlichen Standpunkte aus gegen die Anordnung steiler Köpfe Bedenken nicht erhoben werden können. — Hat sich die Verlandung in genügendem Umfange ausgebildet, dann könnte man, falls solches sich als notwendig erweisen sollte, durch nachträgliche flach auslaufende Vorlagen den allmählichen sanften Übergang vom Neuufer oder vom Buhnenkopfe in die Flußsohle bewirken.

Daß eine solche Notwendigkeit nicht immer sich einstellt, das beweist das Beispiel der Rhonekorrektion im Kanton Wallis, auf das ich durch v. Salis[15]) aufmerksam gemacht wurde. Die dort verwendeten Buhnen haben die Form L (Abb. 15 Bl. 47), also einen senkrecht abfallenden Kopf. Indem ich in der Abb. 6 Bl. 46 nach der genannten Quelle den Querschnitt der Rhonekorrektion wiedergebe, lasse ich auszugsweise die v. Salissche Beschreibung folgen.

„Das zur Anwendung gebrachte System besteht aus zwei das Profil auf Hochwasser abschließenden Paralleldämmen und an diesen angelehnten, gegen das Flußbett geneigten Traversen, welche, immer zwei einander gegenüberliegend, sich in Abständen von 30 m folgen. — —

Die Traversen bestehen aus Bruchsteinmauerwerk,[16]) laufen etwa 0,50 m unter der Krone an den Damm an und stehen an der Mittelprofillinie etwa 0,50 m über Niedrigwasser. Die daraus sich ergebende Neigung und geringe Höhe des Kopfes, woraus sich bei Hochwasser die Überströmung in der ganzen Länge ergibt, nebst den kleinen Abständen im Sinne der Flußrichtung, verhindert die Wirkung, derentwegen die Traversensysteme in Mißkredit gekommen sind und bei manchen sich noch befinden. Es ist nämlich ganz richtig, daß zu hohe horizontale und auf größeren Distanzen voneinander abliegende Traversen infolge des durch sie verursachten Staues Kolke an den Köpfen und überhaupt unregelmäßige und daher für den Zustand des Flußbettes ungünstige Strömungen veranlassen. Ebenso richtig ist es aber, daß solche Nachteile bei besagter Anordnung nicht bestehen, sondern damit im allgemeinen eine sehr gute Strömung und daher eine gute Wirkung erzielt wird, sowohl bezüglich Verlandung des beiderseits von den Traversen eingenommenen, als besonders bezüglich Reinhaltung des mittleren Teiles des Profiles."

Da ich nun bei meinen mit der Form L vorgenommenen Versuchen im Gegensatze zu diesen Ausführungen rings um die Köpfe herum sehr tiefe, wenn auch kurze Auskolkungen erhielt, die v. Salisschen Zeichnungen aber die Wirkung der Traversen nicht erkennen lassen, so wendete ich mich behufs Herbeiführung einer Aufklärung im Frühjahr 1903 an den leitenden eidgenössischen Beamten, Herrn Oberbauinspektor A. v. Morlot in Bern. Unter Übersendung meiner Aufnahmen wies ich darauf hin, daß bei meinen Modellversuchen der gegenseitige Abstand der Buhnen im Verhältnis zu ihrer Eigenlänge allerdings etwas größer sei als an der Rhone. Daß aber die Verkleinerung dieses Abstandes auf das Rhonemaß die tiefen Auskolkungen an den Buhnenköpfen nicht verhindert haben würde, das zeige das Beispiel meiner obersten Buhne, die, trotzdem sie im Schutze des Vorlandes liege, auch tiefgehende Auskolkungen verursacht habe. Der Umstand, daß meine Traversen stromauf geneigt seien, während sie in der Rhone senkrecht zum Ufer wären, könnte nach meinen bei den Modellversuchen gemachten Erfahrungen das verschiedenartige Verhalten der Traversen nicht begründen. Meiner weiter gestellten Bitte, mir über die Wirkung der Rhonetraversen und insbesondere über die Kolkbildungen an denselben, womöglich unter Beifügung einiger Aufnahmen eine Mitteilung zukommen zu lassen, hat Herr v. Morlot in der zuvorkommendsten und ausgiebigsten Weise entsprochen, so daß ich gerne Gelegenheit nehme, ihm auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Die von mir gewünschten Aufnahmen sind im November 1903, nach Ablauf der Hochwässer, bewirkt worden.

Ich gebe in Abb. 7 Bl. 46 den mit Tiefenlinien versehenen Plan der aufgenommenen Strecke wieder, aus dem in voller Bestätigung der v. Salisschen Ausführungen die überraschend gute Wirkung der Traversen, namentlich das Fehlen von tiefen Auskolkungen an den Köpfen derselben, hervorgeht. Diese Wirkung ist um so überraschender, als das mittlere Spiegelgefälle der betreffenden Strecke 0,0011 beträgt. Sie kann m. E., abgesehen von dem günstigen Einflusse der geringen Erhebung der Buhnenköpfe über der Flußsohle, nur durch eine besonders große Festigkeit der Bettsohle erklärt werden. Das bestätigt auch Herr v. Morlot, indem er unter Übersendung von Geschiebeproben darauf hinweist, daß das in der betreffenden Rhonestrecke zwischen den Buhnenköpfen wandernde Geschiebe ziemlich grob und mit Sand untermischt sei, sich sehr fest ablagern und der Auskolkung bedeutenden Widerstand entgegensetze. Die Ausmessungen des Geschiebes haben ergeben, daß es besteht zu einem Raumteile aus Steinen von 40 bis zu 200 mm Länge, 30 bis

15) a. a. O. S. 64 ff.

16) Richtiger aus trocken aufgeschichteten Steinen, die am Kopfe innerhalb einer Umzäunung von eingetriebenen Pfählen liegen. Anmerkung des Verfassers.

80 mm Breite und 20 bis 80 mm Dicke und zu drei Raumteilen aus Geschiebesteinen kleinerer Abmessungen bis zur Sandgröße. Die kleinsten ausgeschlämmten Sandkörner haben eine Korngröße von 0,15 mm.

Eine so große Verschiedenheit in den Korngrößen bedingt bekanntlich eine sehr große Dichte und Lagerungsfestigkeit, während die plattenförmige Gestalt der Geschiebe ihren Widerstand gegen Auswaschungen weiter begünstigt.

2. Hafendämme.

Schon G. Hagen hat in seinem Handbuche[17]) nach dem Vorgange Minards[18]) auf die Zulässigkeit des Vergleichs zwischen den Wirkungen einer Buhne und eines Hafendammes hingewiesen, sobald eine Küstenströmung stattfindet, vergißt aber nicht die einschränkende Bemerkung zu machen, daß man bei Einbauten am Meeresufer im allgemeinen nicht so starke Wirkungen wie am Stromufer erwarten dürfe, weil an der Meeresküste die Hauptveranlassung zu solchen, nämlich die Beschränkung des Profils, nicht in Betracht komme. Auch dürfe man, wie er weiter in Übereinstimmung mit Minard hervorhebt, die Hafendämme nicht mehr nach den Wirkungen der Buhnen beurteilen, wenn eine sehr kräftige ein- und ausgehende Strömung im Hafen vorhanden sei. Wo aber die Vorbedingungen erfüllt sind, also einmal das Vorhandensein einer ausgesprochenen und nach einer Richtung überwiegenden Küstenströmung und gleichzeitig das Fehlen einer ungefähr senkrecht zu dieser gerichteten starken ein- und ausgehenden Strömung, wo ferner die Küste einen sandigen Strand darstellt, da kann man bis zu einem gewissen Grade diesen Vergleich nicht nur gutheißen, sondern auch mit Aussicht auf praktischen Erfolg aus ihm Nutzen ziehen. So hat bereits Minard empfohlen, unter solchen Verhältnissen die Hafendämme so anzulegen, daß ihre Richtung an die des Küstenstroms sich anschließe: ein Vorschlag, der sich ohne weiteres aus dem Vergleich zwischen einem Hafendamm und einer Buhne ergibt, insofern die letztere bei stromabwärtsgekehrter Richtung die geringste Verlandung hervorruft. Wir finden diesen Vergleich häufig wiederkehrend und naturgemäß besonders dort, wo die vorgenannten Verhältnisse vorliegen, wie das z. B. bei der belgisch-holländischen Küste der Fall ist. So u. a. in einem Berichte des holländischen Ingenieurs G. Waldorp[19]) zu dem Entwurfe eines Seehafens für den Haag. Es lag daher nahe, die vorbeschriebenen Versuche auf die Erforschung der Wirkungen von Hafendämmen auszudehnen.

Man hat die Hafendämme so anzulegen, daß, unter steter Rücksichtnahme auf die Bedingungen der Schiffahrt, d. h. auf das jederzeit und insbesondere bei stürmischem Wetter mögliche Einlaufen der Schiffe, die Versandung, die sich vor den Molenköpfen bildet, die Barre, eine möglichst kleine Ausdehnung annimmt und tunlichst außerhalb des Fahrwassers zu liegen kommt. Behufs Gewinnung eines richtigen Urteils über die zu diesem Zweck zu treffenden Maßnahmen ist es nötig, zunächst die Ursachen aufzusuchen, die bei der Barrenbildung mitwirken.

17) 3. Teil, 2. Bd. S. 439, 2. Auflage.
18) Cours de construction des ouvrages hydrauliques des ports de mer, Paris 1846. S. 122.
19) Vergaderingen v. h. Koningklyk Instituut v. Ingenieurs, 1878/79. S. 33ff.

Die durch vortretende Hafendämme unterbrochenen Küstenströmungen tragen zunächst den von ihnen mitgeführten Sand in die äußeren Winkel, die durch den sandigen Strand und die Hafendämme gebildet werden und zwar vorzugsweise auf der Seite, die von der vorherrschenden Strömung getroffen wird. Nehmen wir als Beispiel die belgisch-holländische Küste, so ist hier der vorherrschende Strom der von S. nach N. gehende Flutstrom; die Ebbeströmung ist entgegengesetzt gerichtet. Hier stößt also der Flutstrom gegen den südlichen, der Ebbestrom gegen den nördlichen Damm eines von O. nach W. gerichteten Außenhafens. Verfolgen wir die weitere Wirkung des Flutstroms. Er wird durch den südlichen Hafendamm nicht nur unterbrochen sondern auch abgelenkt und gezwungen, längs der Außenseite dieses Dammes seewärts zu laufen. Durch diese Ablenkung werden Wirbel hervorgerufen, die den Sand emporheben und seine Beförderung seewärts erleichtern. Nachdem die abgelenkte Strömung den südlichen Hafendamm verlassen hat, trifft sie auf die Küstenströmung, hält sich aber zunächst noch in der Richtung der Verlängerung des See-Endes dieses Damms, um bald darauf die Richtung der allgemeinen Küstenströmung anzunehmen. Dadurch werden Nehrungsströmungen in dem Raume zwischen der Verbindungslinie der beiden Molenköpfe — die gleich weit vorspringend vorausgesetzt werden — und der Verlängerungslinie der Südermole hervorgerufen, vermöge welcher ein Teil des längs dieses Werkes emporgehobenen Sandes vor und um den nördlichen Molenkopf sich niederschlägt. Gleichzeitig findet eine Einströmung des Flutwassers in den Hafen statt, indem es sich mit Macht um den südlichen Molenkopf umbiegt, um sich darauf längs der Innenseite der Nordermole weiter einwärts zu bewegen. Der Ebbestrom stößt in derselben Weise gegen die Nordermole, aber da nach unserer Voraussetzung seine Geschwindigkeit kleiner ist als die des Flutstroms, so hat er nicht die Kraft, die von der abgelenkten Flutströmung verursachte Ansandung wirksam anzugreifen.

Die hier geschilderten Vorgänge spielen sich z. B. bei den Molen des Seehafens von Ymuiden ab und zwar so, daß die längs der Hafendämme abgelenkten Strömungen eine nicht unbedeutende Zunahme ihrer Geschwindigkeit seewärts erfahren, wodurch sich anfangs längs der Seeseiten dieser Dämme tiefe Auswaschungen gebildet hatten.[20])

In der Abb. 14 Bl. 46 sind die Vorgänge und die Lage der Barre am Kopfe der Nordermole nach der v. Hornschen Veröffentlichung zur Anschauung gebracht. Die Barrenbildung ist namentlich sehr bedeutend bei Sturmfluten, und zwar nicht nur deshalb, weil dann ihre Ursache, die Ablenkung und Verstärkung des Flutstroms sowie weiter die Abschwächung desselben vor und hinter der Hafenmündung am bedeutendsten ist, sondern weil dann auch die Wirkung der Wellen besonders sich fühlbar macht. Bei ruhigem Wetter und leichten Winden[21]) führen die von See anlaufenden Wellen Sand heran und häufen ihn in den äußeren Winkeln der Hafendämme an, so daß namentlich hier die Uferlinie des N.W. seewärts vorrückt, am ausgesprochensten auf der

20) v. Horn, der Seehafen von Ymuiden, Zeitschr. des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, 1885 S. 353ff und P. De Mey, Étude sur l'amélioration et l'entretien des ports en plage de sable, Paris 1894. S. 411ff.
21) De Mey, a. a. O. S. 195ff.

Seite der herrschenden Winde. Aber bei stürmischem Wetter und noch mehr bei Stürmen, die bei hohen Fluten zusammenfallen, häuft sich das Wasser am Ufer an, so daß hier bei fallendem Wasser mächtige Senkungsströmungen entstehen, deren Wirkungen sich mit denen der rücklaufenden Wellen vereinigen, um eine mehr oder minder beträchtliche Menge des auf dem oberen Teile des Strandes angehäuften Sandes seewärts und nach den Molenköpfen hin fortzureißen.

Ich habe diesen letzteren Punkt hier deshalb erwähnt, weil er bei der Beurteilung der Maßnahmen, die man zu treffen hat, um die Versandung der Fluthäfen zu bekämpfen, eine sehr bedeutsame Rolle spielt und weil ich mir wohl bewußt bin, daß, da ich bei meinen Versuchen die Wirkungen der Wellen und Sturmfluten nicht berücksichtigen konnte, diese Versuche nicht dazu angetan sind, die hier auftretenden Fragen erschöpfend zu erledigen.

Ende der 70er Jahre gaben die Entwürfe zu einem Seehafen für den Haag den beteiligten Ingenieuren Veranlassung, sich insbesondere auch mit der Frage zu beschäftigen, welche Richtung und Form die hier nötig werdenden Hafendämme erhalten müßten. Ich verweise auf den bereits erwähnten Entwurf von Waldorp, auf die Vorschläge von Caland und Dirks[22]) und auf einen Aufsatz v. Horns,[23]) zu dem er vermutlich durch die Erörterungen angeregt worden ist, die diese Entwürfe in dem Koninklyk Instituut van Ingenieurs hervorgerufen haben.

Nach Waldorp muß man die durch die Gegenströmungen hervorgebrachten Wirkungen zu mildern suchen, ohne das Einlaufen der Schiffe zu schädigen. Er schlägt zu diesem Ende vor, den Molenköpfen eine gebogene Form zu geben, so daß die Richtung, in der die Strömungen diese verlassen, um sich mit der allgemeinen Strömung außerhalb des Hafens zu vereinigen, der Küstenlinie möglichst parallel sei. Die durch den Flutstrom längs der Südermole mitgerissenen Sandmassen würden sich noch nördlich der gegenüberliegenden Mole niederschlagen, aber näher dieser, etwa fast innerhalb der an das Ende der Südermole gelegten Tangente. Die Ablagerungen würden daher die Hafeneinfahrt freier lassen und die daselbst erzeugten Brecher würden weniger gefährlich sein. Anderseits würde der — außer dem allgemeinen durch das Bauwerk hervorgerufenen Hauptwirbel — entstehende Nebenwirbel, den der Flutstrom jenseits des südlichen Molenkopfs bewirkt, sich auf ein Kleinstmaß vermindern, weil dieser Strom das letzte Ende der Mole fast tangential und weniger schroff verlassen würde als gerade Molenenden, die, wie in Ymuiden, unter 45° gegen die Richtung der Strömung geneigt sein würden. v. Horn hat sich im wesentlichen diesen Ansichten Walderps angeschlossen und kommt bei der Erörterung der drei in Abb. 11 bis 13 Bl. 46 wiedergegebenen Molenanordnungen ebenfalls zu dem Schlusse, daß bezüglich der Versandung der Hafeneinfahrt der Anordnung nach Abb. 13 Bl. 46 der Vorzug zu geben sei. Auf die Frage, welchen Einfluß Richtung und Form der See-Enden der Hafendämme auf deren Standsicherheit und auf die Wellenbildung in ihrer Umgebung ausüben, gehe ich hier nicht ein, da sie in meinen Versuchen keine Berücksichtigung finden konnte.

Ich habe vielmehr die drei von v. Horn miteinander in Vergleich gestellten Molenanordnungen im Flußbaulaboratorium nur einer vergleichenden Untersuchung hinsichtlich ihrer Versandungswirkungen unterworfen, wobei allerdings die Anordnung nach Abb. 12 Bl. 46 nicht ganz mit Abb. 2 des v. Hornschen Aufsatzes übereinstimmt, übrigens ein Umstand, der an dem Gesamtergebnis nichts ändert. Die in Zementmörtel 1:3 hergestellten Molen sind in den aus den Abbildungen ersichtlichen Abmessungen an der bezeichneten Gerinnestelle und im Anschlusse an die rechtseitige Gerinnewand nach Abb. 5 Bl. 46 eingebaut. Das Sandbett wurde wagerecht abgeglichen und — da es hier auf die Erzielung einer möglichst großen Querschnittsbreite ankam — bis zur gegenüberliegenden Gerinnewand ausgedehnt, so daß zwischen den Molenköpfen und dieser eine Lichtweite von 150 cm verblieb. Die Molen reichten etwa 2 cm über den Wasserspiegel. Bei jedem Versuche dauerte der Durchfluß drei Stunden, indem in der ersten halben Stunde in genau der gleichen Steigerung der Zufluß allmählich bis auf die Größtwassermenge von 31,1 sec/l vermehrt wurde. Die während des Durchflusses beobachteten Strömungserscheinungen sind in Abb. 12 Bl. 46 dargestellt. Die in Abb. 15, 16 und 17 Bl. 48 wiedergegebenen Lichtbildaufnahmen zeigen in großer Schärfe die Versandungen. Aus ihnen geht nicht nur überzeugend die von Waldorp behauptete Überlegenheit der Anordnung Abb. 17 Bl. 48 hervor, sondern Abb. 16 Bl. 48 zeigt auch — und das ist besonders wichtig — eine unverkennbare Ähnlichkeit mit der in Ymuiden tatsächlich eintretenden Versandung der Hafeneinfahrt.[24]) Ich glaube daher, daß diese Ergebnisse für sich sprechen und wohl geeignet sind, den Wert von Flußbaulaboratorien auch für gewisse im Seebau auftretende Fragen darzutun.

22) De Mey, a. a. O. Pl. XIX, Fig. 2, Pl. XXXVII, Fig. 2 und Fig. 3.

23) v. Horn, Über Richtung und Form der Seeenden von Hafendämmen an flachen und sandigen Seeküsten. Deutsche Bauzeitung 1892, S. 302ff.

24) Diese Ähnlichkeit würde eine noch größere geworden sein, wenn ich bei meinen Versuchen die Gegenwirkung der Ebbeströmung hätte veranlassen können. In dem erwähnten Entwurfe zu einem neuen Laboratorium soll auf die Möglichkeit der Erzeugung von Ebbe- und Flutströmungen Bedacht genommen werden.

Schutzbauten an der Helgoländer Düne.

Vom Wasserbauinspektor A. Geiße in Breslau.

(Mit Abbildungen auf Blatt 49 im Atlas.)

Allgemeines.

Das jetzige Helgoland besteht aus der Hauptinsel und der östlich von ihr in etwa 1100 m Entfernung liegenden Düneninsel (Abb. 10 Bl. 49). Die Hauptinsel ist ein steil aus dem Meere sich erhebender Felsen mit einem nach Osten zu vorgelagerten flachen Vorlande. Die Grundform des Felsens ist ein langgestrecktes stumpfwinkliges Dreieck, dessen lange Seite nach Südwesten zeigt. Seine größte Länge beträgt rd. 1600 m, seine größte Breite 500 m. Die Oberfläche des Felsens, das sogenannte Oberland, fällt unter etwa 3° nach Nordosten zu; sie liegt 28 bis 56 m über Niedrigwasser und ist 42 ha groß. Das Vorland — Unterland — ist 7 ha groß und liegt im Mittel 6 m über Niedrigwasser.[1]) Die Düneninsel hat wie die Hauptinsel eine von Nordwest nach Südost gestreckte Form. Der aus Sanddünen gebildete Teil ist 450 m lang und im Mittel 78 m breit und bedeckt 3,5 ha Grundfläche. Der höchste Punkt liegt etwa an der Stelle der früheren Nordwestbake auf + 11 m. Die Oberfläche fällt nach dem Südostende der Hügelkette zu und geht dort allmählich in den Strand über. Die Breite des Vorstrandes ist an den Langseiten bei Hochwasser 40 bis 50 m, bei Niedrigwasser 130 bis 150 m. Im Nordwesten ist eine breite Strandzunge — Olde Höven — vorgelagert, die bei Hochwasser 100 m und bei Niedrigwasser 600 m lang ist. Im Südosten endet die Düneninsel in einen 900 m langen, schmalen, größtenteils hochwasserfreien Geröllwall, Aado genannt.

Abb. 1. 1 : 50000.

In der nächsten Umgebung der Hauptinsel und der Düneninsel liegen ausgedehnte Klippenzüge, die ebenfalls annähernd in der Richtung von Nordwest nach Südost verlaufen und sich in vier größere Gruppen einteilen lassen. Die größte im Südwesten gelegene Gruppe schließt sich unmittelbar an die Hauptinsel an; sie bildet in der nordwestlichen und südöstlichen Fortsetzung der Längenausdehnung der Insel Ausläufer von je 2 km Länge — Nathurn (Nordhorn) und Sathurn (Südhorn) Brun[2]) — und an den beiden Langseiten vorgelagerte Bänke von 300 bis 500 m Breite. Von dieser Gruppe durch die Rinne des Norder- und Süderhafens getrennt liegt die Gruppe des Wittekliffs- und Olde Höven-Bruns, die in ihrem südlichen Teile den Unterbau der Düneninsel bildet. Nordöstlich davon ist die dritte Gruppe durch Selle- und Krid-Brun und die vierte durch Hohe Brun und Seehundsklippen gebildet. Die drei letzten Gruppen sind unter sich durch die Rinnen des Skit-Gats und des Adrians-Gotel getrennt.

Geologisches.

Das die Hauptinsel und die Klippen aufbauende Material ist durchweg Schichtengestein. Die Schichten streichen sämtlich annähernd in der Richtung von Nordwest nach Südost und fallen nach Ostnordost. Der Fallwinkel schwankt zwischen 10 und 21°. Insel und Klippen sind Reste eines einst zusammenhängenden Felsstockes. Über die frühere Größe und Beschaffenheit der Insel sind nur wenige zuverlässige geschichtliche Unterlagen vorhanden. Eine in einer Karte vereinigte Zusammenstellung früherer durch geschichtliche Forschung festgestellter Grenzen und Strandlinien zeigt die Text-Abb. 1. Die darin enthaltenen Angaben stehen im Einklange mit den Aufzeichnungen von Augenzeugen der früheren Gestaltung und passen sich den jetzt noch vorhandenen Resten an. Der geologische Aufbau des jetzt noch vorhandenen Inselfelsens, die Tektonik der ihn umgebenden Klippen, die Gestaltung des Seegrundes in der näheren und weiteren Umgebung sowie die dynamische Wirkung des Meeres geben für die Entstehung der Insel, ihre ursprüngliche Ausdehnung und ihre allmähliche Zerstörung genügend zuverlässige Anhaltspunkte. Es ist anzunehmen, daß die ursprüngliche Grundform der Insel eine langgestreckte Ellipse war, deren große schwach nach Nordostzuost gekrümmte Achse sich in der Richtung Nordwestzunord nach Südostzusüd in etwa 8,5 km Länge erstreckte, wobei die kleine Achse etwa halb so lang war (Abb. 10 Bl. 49).

An dem Aufbau des Felsens sind die Dyas-, Trias- und Kreideformation beteiligt. Der Dyasformation gehört der Zechsteinletten als Liegendes des jetzt noch stehenden Inselfelsens an (Text-Abb. 2), während das Hangende durch den unteren Buntsandstein — in petrographischer Hinsicht ein

1) Die Höhen und Tiefen sind auf mittleres Niedrigwasser — Springzeit — als Nullhorizont bezogen; das mittlere Hochwasser — Springzeit liegt auf + 2,8 m. Das höchste am 15. Okt. 1881 beobachtete Hochwasser stieg bei (N.W.) Sturm bis + 4,00; das tiefste am 5. März 1881 beobachtete Niedrigwasser fiel bei (S.O.) Sturm auf — 1,65 m.

2) Brun bedeutet Brunne, Harnisch, Schutz.

verhärteter dolomitischer Tonmergel — der Triasformation gebildet wird. Zur Triasformation gehören ferner in der Reihenfolge, wie sie in nordöstlicher Richtung vom Inselfelsen aus zutage treten, der die Sohle des Norder- und Süderhafens bildende mittlere und obere Buntsandstein und der Muschelkalk des Wittkliff- und Olde Höven-Bruns. Die Kreideformation ist vertreten durch die untere Kreide, die die Sohle des Skit-Gats bildet, und durch die obere Kreide der nordöstlich vom Skit-Gat liegenden Klippenzüge: Selle Brun, Krid-Brun, Hohe-Brun und Seehundsklippen.

Die Entstehung der Insel ist auf eine Faltung der sedimentären Ablagerungen zurückzuführen. Die allmähliche Erkaltung des Erdinnern bewirkt bekanntlich eine Verringerung seines Rauminhaltes, wobei die äußere Schale dem kleiner werdenden Kern folgend sich zusammenschiebt und Falten bildet. Es ist wahrscheinlich, daß die zusammenschiebende Kraft, der die Insel Helgoland ihre Entstehung verdankt,

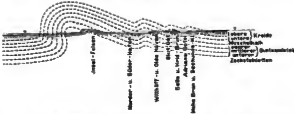


Abb. 2. Geologischer Schnitt in der Richtung des Fallens der Schichten an der Stelle der größten Breite der Hauptinsel. 1:70000.

aus südwestlicher Richtung kam. Es bildete sich eine schiefe Falte mit steiler südwestlicher und flachgeneigter nordöstlicher Flanke (Text-Abb. 2). Die der Schubrichtung zugekehrte südwestliche Flanke mußte infolge der starken Pressung des bereits erhärteten Gesteins in Schollen zerbrechen und fiel darum den zerstörenden Gewalten zunächst zum Opfer. So entstand etwa in der Bruchfuge der beiden Flanken eine steile Klippenwand. Innerhalb der dem Schubangriff abgekehrten nordöstlichen Flanke der Hauptfalte hatten sich durch Fortpflanzung der stauenden Kraft mehrere Nebenfalten, nach Nordosten zu allmählich niedriger und flacher werdend, gebildet. In den hierdurch entstandenen Mulden wurden die Schichten durch die Stauchung zerstört, das zerbröckelte Gestein wurde weggeschwommt, und so entstanden die Rinnen des Norder- und Süderhafens, des Skit-Gats, des Adrians-Gotel und einige nicht mit Namen bezeichnete kleinere Rinnen. Auch in diesen Nebenfalten sind die nach Südwesten gerichteten, der stauenden Kraft zugekehrten Flanken stärker geneigt, als die nordöstlichen. Dementsprechend zeigen die nordöstlichen Uferränder der Rinnen einen steileren Abfall als die südwestlichen.

Allmähliche Zerstörung.

Als hauptsächlichste Zerstörungskräfte wirkten die Angriffe der Niederschläge sowie der Brandungsschlag, der infolge bedeutender Änderungen des Meeresspiegels in den verschiedensten Höhenlagen auftrat und zwar aus westlicher Richtung am heftigsten die am stärksten zerklüfteten Faltenflanken traf. Dazu kam vielleicht auch die erodierende Kraft der Inlandeisgletscher einer früheren Eiszeit, deren Spuren in erratischen Blöcken auf dem oberen Felsplateau der Hauptinsel und auf dem umgebenden Seegrunde als Reste ihrer Grundmoränen noch vorhanden sind.

Wie aus Text-Abb. 1 zu sehen ist, bestand bis in das achtzehnte Jahrhundert hinein außer dem Hauptfelsen, dem Westerkliff, noch ein durch den Norderhafen hiervon getrennter, etwas niedrigerer Felsen, das Wittekliff, dessen Liegendes, der untere Muschelkalk des jetzigen Wittkliff-Bruns, von mächtigen Gipsbänken überlagert war. Im Sturmschatten dieser beiden Felsen, des Westerkliffs und des Wittekliffs, hatten sich Geschiebemengen, die aus Zerstörungsprodukten der Felsen entstanden waren, angehäuft. Diese bildeten einen hochwasserfreien Verbindungsdamm — de Waal genannt — zwischen beiden Felsen. An das Wittekliff schloß sich in südöstlicher Richtung eine aus Quarzsand aufgewehte Düne mit weit ausgedehntem Vorstrande an.

Im Jahre 1711 wurde das Wittekliff durch eine schwere Sturmflut zerstört. Vorbereitet und befördert wurde die Zerstörung dadurch, daß die damaligen Inselbewohner das Gipsgestein der hohen Klippe abbauten, und nach dem Festlande verkauften. Neun Jahre später brach der das frühere Unterland bildende Wall durch. Die dauernde Trennung des östlichen Inselteiles von dem Hauptfelsen war hiermit eingeleitet. Soweit das Westerkliff allein noch Schutz bot, hielt sich in seinem unmittelbaren Sturmschatten ein Teil des Unterlandes. Kleinere, bei heftigen Südweststürmen eintretende Verluste wurden und werden auch jetzt noch ersetzt durch die an der Nordostklippe abgebröckelten Geröllmassen, die bei nordwestlichen Stürmen durch Strömung und Wellenschlag weiterbefördert werden und sich an dem Unterlande ablagern.

Die Düne dagegen, nach der Zerstörung des Wittekliffs ihres natürlichen Schutzes gegen die stürmischen westlichen Winde beraubt, schmolz schnell zusammen. Sie würde längst ganz zerstört sein, wenn nicht die nach Nordwesten vorgelagerten Klippenzüge und die westlich gelegene Hauptinsel mit ihren Klippenausläufern ihr einen wenn auch geringen Schutz gegen die Sturmangriffe böten. Dieser Schutz würde jedoch nicht ausreichen, um bei lange anhaltenden, aus Nordwest wehenden starken Stürmen die Düne vor der völligen Vernichtung zu bewahren. Die Dünenhügel würden verschwinden und nur eine kahle Sandbank übrig bleiben; diese würde allerdings erst mit dem Untergang des Hauptfelsens und der Klippen völlig zerstört werden, da die im Schatten der Klippen und des Inselfelsens herrschende Nehrströmung die Sandmassen größtenteils zusammenhält.

Meeresströmungen.

Die Tidenströmung hat in der freien See bei Helgoland eine Richtung von Westnordwest nach Ostsüdost. In der nächsten Umgebung des Klippengebietes erleidet die Richtung durch den Stau des Stromes an den Klippenrändern und durch den Verlauf der zwischen den Klippen zu Strombetten ausgebildeten Rillen mannigfache Änderungen. Der aus westnordwestlicher Richtung andringende Flutstrom staut sich an den aus dem Meeresboden aufsteigenden Klippen und teilt sich etwa dort, wo in Abb. 10 Bl. 49 die nördliche Krümmung der ideellen Umgrenzungslinie der ursprünglichen Insel angegeben ist in eine Nordost-, eine Mittel- und eine Südwestströmung. In ihrem Weiterlaufe schmiegen diese sich den Klippenrändern

an. Ein Teil der Mittel- oder Hafenströmung zweigt sich in die beiden Buchten des Skit-Gats und des Adrians Gotel als Buchtenströmung ab. Die Südwestströmung und die Mittelströmung vereinigen sich südlich vom Süderhafen und nehmen dem Laufe der südöstlichen Krümmung der in Abb. 10 Bl. 49 dargestellten Ellipse folgend eine östliche Richtung an. Schließlich biegen sie als Nehrströmung um die Südostspitze der Düneninsel, überwinden die schwächere Nordostströmung und fließen an der Nordostseite der Düneninsel in nordwestlicher Richtung weiter. Erst wenn beim weiteren Steigen der Flut die nordwestlich der Düneninsel gelegenen Klippen überflutet werden, vereinigt sich ein Teil der Mittelströmung und die im Skit-Gat und Adrians Gotel mittlerweile aufgestaute Buchtenströmung mit der Nordostströmung, die hierdurch verstärkt die Nehrströmung an der Nordostseite der Düneninsel überwindet und eine südöstlich gerichtete Strömung erzeugt. In ihrem weiteren Verlaufe biegt diese um die Südspitze der Düneninsel westwärts und fließt an der Südwestseite der Düneninsel als nordwestwärts gerichtete Nehrströmung weiter. Dieser Nehrstrom geht dann allmählich in den Ebbestrom über, der in derselben Richtung durch die Hafenrinne abfließt. Zu berücksichtigen ist hierbei noch, daß die Flutwelle in diesem Teile der Nordsee mit einer Geschwindigkeit von 48 km in der Stunde ostsüdöstlich fortschreitet; sie trifft demnach an dem nordwestlichen Klippenrande um rund 10 Minuten früher ein, als am südöstlichen Ende des Klippengebietes. Infolge des hierdurch entstehenden Oberflächengefälles bildet sich in dem durch Klippen eingeengten Hafenschlauche ein starker Abflußstrom aus, der in dem gleichmäßig sich nach Südosten zu verengenden Trichter des Norderhafens allmählich an Geschwindigkeit zunimmt, aber an der zwischen Insel und Düne als Rest der „Waal" noch liegenden Barre wieder eine Verzögerung erleidet. Nach Überströmen der Barre wendet er sich nach der Dünenseite und fließt mit anfangs sehr starker, mit der zunehmenden Erweiterung des Querschnitts allmählich schwächer werdenden Geschwindigkeit nach Südosten ab. Diese Strömung beginnt schon, bevor an der Düne der niedrigste Wasserstand erreicht ist und im übrigen Teile der Umgebung der Düne noch Ebbeströmung herrscht. Sobald die Klippen überströmt sind, die den nordwestlichen Teil des Schlauchs begrenzen, wird die Geschwindigkeit mit der Querschnittserweiterung geringer. Der Verlauf dieser Erscheinung würde in umgekehrter Richtung erst im letzten Abschnitte der Ebbe derselbe sein; während aber der nördliche Hafentrichter, der mit seiner Mündung der Flutwelle zugewendet ist, dem eindringenden Wasser ein tiefes und breites Bett zur Aufnahme bietet, zeigt der südliche Trichtermund eine in Lage, Breite und Tiefe sehr ungünstige Beschaffenheit für die Entwicklung einer kräftigen Ebbeströmung. Der Ebbestrom, der aus ostsüdöstlicher Richtung kommt, staut sich an der Stelle des südöstlichen kurzen Bogens der Ellipse an dem hier sehr steil aufragenden Klippenrande, teilt sich in die zwei Hauptströmungen, eine Nordost- und eine Südwestströmung, und in eine Nebenströmung, die Mittel- oder Hafenströmung, die sämtlich nur wenig abgelenkt in nordwestlicher Richtung fließen. Wesentliche Nehrströmungen ruft der Ebbestrom nicht hervor. Da die den beiden Inseln hier vorgelagerten Klippen allmählich schmäler und tiefer werden, so vereinigen sich die drei Strömungen nordwestwärts so gleichmäßig, daß merkliche Ablenkungen von der gemeinschaftlichen nordwestlichen Richtung nicht eintreten.

Dieses Strömungsbild, das normale Wind- und Wetterverhältnisse voraussetzt, wird je nach Wasserstand, Stärke und Richtung des Windes naturgemäß stark beeinflußt. Die Geschwindigkeit der Tidenströmung ist an der Ostseite der Düneninsel im Mittel 0,50 Sekundenmeter; an der Westseite ist die Geschwindigkeit der Flutströmung im Mittel 0,70, die der Ebbeströmung im Mittel 0,50 Sekundenmeter. Durch starke, in der Richtung der Strömung wehende Winde kann die Geschwindigkeit mehr als das Doppelte betragen.

Aus dem Vorstehenden muß man schließen, daß die Düneninsel sich im Kern einer Rundströmung befindet, durch die wohl häufige und starke Verschiebungen der in der Umgebung der Düneninsel auf dem Seegrunde abgelagerten Sandmassen in peripherer Richtung eintreten können, die aber auch verhindert, daß die durch Wellenschlag in Bewegung gesetzten Massen in größere Entfernung und größere Tiefe geführt werden. Nur bei besonders heftigen und lange andauernden Sturmfluten werden wohl größere Massen so weit verschlagen, daß sie als verloren gelten müssen. Man muß daher annehmen, daß der größte Teil der bisher von der hohen Düne gerissenen Massen in der nächsten Umgebung der Düneninsel noch vorhanden ist, so daß es möglich ist, sie bei ihrem Kreislauf um die Düne aufzufangen, festzuhalten und der hohen Düne wieder zuzuführen.

Lagenänderung der Düne.

Bei Vergleichung der beiden in Text-Abb. 1 u. Abb. 10 Bl. 49 dargestellten Karten ergibt sich, daß die alte Düne mit dem Schülver Riff eine mehr von Norden nach Süden gerichtete Längsachse hatte, dem Sturmschatten des Wittekliffs und der Waal entsprechend. Nach der Zerstörung dieser beiden Schutzwehren mußte sich die Düne mit ihrem Riff allmählich nach dem verkürzten Sturmschatten, der nunmehr nur noch von der Hauptinsel ausging, umlagern und eine Längsrichtung von Nordwest nach Südost annehmen. Diese Schwenkung der Dünenachse ist noch nicht beendet. Ein Maß für das allmähliche Fortschreiten der Drehung ist durch Vergleichung früherer Aufnahmen festgestellt worden. So hat sich die Achse der Düne in einem Zeitraume von 44 Jahren (von 1855 bis 1899) etwa um den Punkt der Ost-Bake im linksdrehenden Sinne um 15° gedreht. Ein sicherer Anhaltspunkt für diese Lagenveränderung ist es auch, daß alte Befestigungswerke, die in den Jahren 1855 bis 1866 am nordöstlichen Dünenrande angelegt worden sind, bei der im Dezember 1895 eingetretenen starken Verflachung des südlichen Südwestrandes zutage traten. Die Reste dieser Werke sind in Abb. 11 u. 12 Bl. 49 eingetragen.

Bedeutung der Düne.

Die Düneninsel wurde bis zum Anfang dieses Jahrhunderts von den jeweiligen Besitzern Helgolands als ein wertloses Anhängsel angesehen, das einer besonderen Fürsorge nicht wert war. Erst als im Jahre 1826 Helgoland in die Reihe der Seebäder eintrat, erkannte man den hohen Wert der Düne und begann sie zu schützen. Die Bedeutung der Düne wurde noch erhöht, als später auf ihr Schiffahrtszeichen

zur Bezeichnung der engen Einfahrten in den Norder- und Süderhafen, ferner ein Raketenapparat, eine Proviantstation und ein Unterkunftshaus für Schiffbrüchige errichtet wurden.

Frühere Mittel zur Erhaltung der Düne.

Die Mittel, die anfangs von der Helgoländer Gemeinde zur Erhaltung der Düne angewandt wurden, waren nicht sehr wirksam. Zunächst wurde die Entnahme von Sand zu Haushaltungszwecken, wie sie früher in geringem Maße stattfand, nur unter der Bedingung erlaubt, daß eine gleiche Menge Geröll von der Felseninsel an die Entnahmestelle gebracht wurde. Schädliche Rillenbildungen auf Olde Höven und in der Längsrichtung des Südwestrandes wurden durch Reihen von Körben, die mit Steinen gefüllt wurden, geschlossen. Da aber nur Körbe zu Gebote standen, in denen Porter und Ale auf der Insel eingeführt waren, so konnte von einer ausreichenden Anwendung dieses Mittels nicht die Rede sein. An den am meisten gefährdeten Stellen wurden an den seeseitigen Dünenhängen Buschzäune zur Festlegung

Abb. 3. Buschzaun. 1 : 150.

des Flugsandes angelegt. Diese Zäune, von denen einer etwa in der Linie des Dünenfußes und ein zweiter parallel laufend am Dünenhange angelegt wurden, hatten die in der Text-Abb. 3 dargestellte Form. Die Zäune waren bei ihrer großen Höhe, ihrer ungleichmäßigen Kronenlinie und in ihrer Stellung zum Dünenhange nicht geeignet, den angewehten Sand in der gewünschten Gleichmäßigkeit aufzufangen und abzulagern. Eine wesentliche Verbesserung in der Gestaltung des über Hochwasser liegenden Teiles des Vorstrandes und der seeseitigen Dünenhänge wurde hierdurch nicht erreicht. Auf der hohen Düne und in beschränktem Umfange auch zwischen den Zäunen wurde Halm gepflanzt (Sandhafer, *Ammophila arenaria)*.

Nach einer am 1. Januar 1855 infolge eines schweren Nordweststurmes eingetretenen starken Beschädigung der Düne wurden etwas kräftigere Mittel zu ihrer Erhaltung angewandt. Zum Schutze der infolge der Sturmangriffe steil abfallenden seeseitigen Dünenböschung wurde rund um die

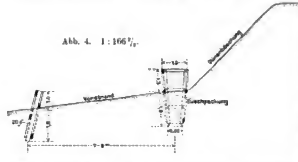


Abb. 4. 1 : 166 2/3.

Düne hart am Fuße der Böschung eine doppelte Pfahlreihe eingegraben, deren Zwischenraum mit Busch ausgepackt wurde. Text-Abb. 4 zeigt einen Querschnitt dieses Körpers. Der Abstand der Pfähle in der Reihe war etwa 0,5 m. In der Längsrichtung der Reihen wurden Latten zur Versteifung angenagelt. Der Busch wurde in zwei bis drei Lagen eingelegt, jede einzelne Lage mit Würgeketten zusammengepreßt und durch Querlatten festgelegt. An dem Nordoststrande entlang, wo der Sturmangriff am heftigsten war, wurde außerdem in 7 bis 8 m Abstand von diesem Bollwerk und parallel dazu eine Reihe von Pfählen mit etwa 1 m Abstand eingegraben und durch Längslatten, wie in Text-Abb. 4 angedeutet, verbunden. Die Ausführung dieser Schutzwerke dauerte etwa 10 Jahre und wurde 1866 beendet. Die am Nordoststrande angelegten Werke versandeten bald infolge der oben erwähnten Schwenkung der Düne nach Osten zu und traten als Sturmschutz nicht in Wirksamkeit. Die früher erwähnten Reste alter Schutzwerke, die in Abb. 12 Bl. 49 angedeutet sind, gehören dieser Befestigungsart an. An der Südwestseite konnte das leichte Schutzwerk das allmähliche Zurückweichen der hohen Düne nicht aufhalten. Die Sturmbrandung zerstörte die Werke. Trotzdem wurde dieselbe Ausführungsart an dem zurückgetretenen Dünenfuße mehrfach wiederholt.

Die in den folgenden Jahren bis zum Jahre 1881 zur Erhaltung der Düne ausgeführten Arbeiten wurden auf Veranlassung der jeweiligen englischen Gouverneure ausgeführt, die nach einer Revision der Verfassung der Insel im Jahre 1868 unumschränkte Macht erhielten. Zunächst wurden im südlichen Teile des Südweststrandes umfangreichere Arbeiten ausgeführt. Als dort nämlich eine holländische Kuff gestrandet war und um das Wrack herum, das nicht sofort beseitigt wurde, starke Auskolkungen entstanden, rammte man in 4 m Entfernung vom Dünenfuße auf 300 m Länge eine dichtstehende Pfahlreihe. Die Pfähle waren im Mittel 30 cm stark, standen 3 m im Boden und ragten 3 m über Strand. Unter sich waren sie durch Längslatten verbunden. Die Auskolkungen dehnten sich nun auch auf die Umgebung der Pfahlwand aus, bis die Pfähle so weit freigespült waren, daß sie durch die Brandung fortgeschlagen wurden. Von dieser Zeit an blieb die Beschaffenheit dieses Strandteiles eine dauernd ungünstige, bis etwa 26 Jahre später im Jahre 1896 die in Abb. 9 Bl. 49 dargestellten kurzen Strandbuhnen A bis E aus Packwerk hergestellt wurden, die eine gesunde Strandgestaltung an dieser Stelle einleiteten.

In den Jahren 1870 bis 1881 blieb die Düne größtenteils sich selbst überlassen. Erst als ein im Oktober 1881 herrschender schwerer Nordweststurm die Düne heimsuchte, wurden weitere Maßregeln zu ihrer Erhaltung dringend nötig. Es wurde beabsichtigt, die hohe Düne in ihrem ganzen Umfange mit einer festen Böschung zu versehen; und zwar sollten strahlenförmig vom Dünenfuße ausgehend in Abständen von im Mittel 3,5 m Betonkörper von 35 bis 40 cm Stärke und 80 cm unter Strand gegründet aufgeführt werden, deren Kronenlinien nach See zu eine Neigung 1 : 4 1/2 erhalten sollten. Der düneuseitig gelegene höchste Punkt sollte 6,5 m über Niedrigwasser liegen. Die Zwischenräume wollte man mit Busch und Steinen ausfüllen. Die Ausführung dieses Planes kam über einen kleinen Versuchsbau an der Nordwestspitze der Düne nicht hinaus. In Abb. 12 Bl. 49 bei a sind die beiden damals versuchsweise ausgeführten Betonkörper, die nach den Stürmen im Dezember 1895 zutage traten,

ersichtlich. Ein derartiges Schutzwerk würde vielleicht, solange es selbst unbeschädigt blieb, imstande gewesen sein, den Fuß der hohen Düne vor weiterem Abbruche zu bewahren. Da aber bei den damaligen Strandverhältnissen die Höhe des Strandes am Fuße der hohen Düne nur etwa 4 m über Niedrigwasser war, so würden die bei starken Stürmen und hohen Wasserständen auflaufenden Wellen die steile Steinböschung mit ungeschwächter Gewalt erreicht und sich dort gestaut haben. Die Wassermassen würden bei ihrem Rücklauf den Strand noch mehr verflacht haben, so daß die Standsicherheit des Böschungskörpers gefährdet worden wäre. Der Plan wurde nach Herstellung der oben erwähnten zwei Versuchspfeiler endgültig aufgegeben. Die Gründe hierfür sind nicht bekannt. Vermutlich waren die bedeutenden Kosten, die die Anlage erfordert haben würde, das Haupthindernis. Eine Schädigung des Strandes an der Südwestseite entstand auch noch durch eine im Jahre 1872 etwa an der Stelle der neuen Buhne VIII auf eisernen Pfählen errichtete Landebrücke. Die an den Pfählen brandende See verursachte Auskolkungen, die schließlich einen bedrohlichen Umfang annahmen. Die Brücke wurde deshalb im Jahre 1882 wieder abgebrochen.

Im Jahre 1882 wurde die Pflege der Düne in die Hände eines von dem Gouverneur und der Gemeinde zugleich gewählten „Dünen-Komitees“ gelegt. Das Dünen-Komitee begann seine Tätigkeit damit, die durch den 1881er Sturm entstandenen Verluste zu decken, indem es an den Stellen, wo noch genügender Vorstrand vorhanden war, auf dem über Hochwasser liegenden Strandstreifen Gräben von 3,5 m Breite und 1 m Tiefe parallel zum Dünenfuß ausheben und den Aushubboden an die hohe Düne karren ließ. Die Gräben sollten sich durch Sandzufluß bei hohen Tiden und durch Flugsand wieder füllen. Die Folge war, daß der Vorstrand durch diese künstliche Rillenbildung noch mehr Schaden litt und der lockere, angekarrte Boden bei der nächsten hohen Tide fortgespült wurde. Zugleich wurden in geringem Umfange Halmpflanzungen und Fangzäune für Flugsand angelegt. Die an einigen Stellen zerstörten Buschkörper zwischen Pfahlreihen besserte man aus und an den am meisten gefährdeten Stellen legte man neue an. Bei der Neuanlage dieser Körper wurden abweichend von der früheren Anlage die beiden Pfahlreihen mit einer geringen Neigung nach der hohen Düne zu gesetzt, wie Text-Abb. 5 zeigt.

Im Jahre 1890 ging Helgoland in deutschen Besitz über. 1895 wurde von der Gemeinde ein Ausschuß von drei Mitgliedern des Dünen-Komitees zum Studium der Dünenkultur nach Swinemünde geschickt. Die Folge war, daß von dieser Zeit an die zum Auffangen des Flugsandes in den Schluchten der hohen Düne und am seeseitigen Dünenfuß angelegten Buschzäune planmäßig hergestellt wurden, was bis dahin nicht geschehen war. Es wurden rund um die Düne zwei bis drei Zäune parallel zum Dünenfuß in etwa 3 m Abstand von diesem und 3 m Abstand voneinander angelegt und so beschnitten, daß die Kronenlinien nach See zu ein Gefälle von etwa 1:10 erhielten. Am Nordwest- und Südostrande der Düne wurden außerdem kurze strahlenförmige Zäune mit Gefälle der Kronenlinie nach See zu aufgestellt. Eine ausgedehntere Bepflanzung mit Dünenhalm ging mit dieser Anlage Hand in Hand.

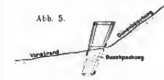


Abb. 5.



Abb. 6.

Ein am 22. Dezember 1894 herrschender Nordweststurm brachte der Düne große Verluste. Diesmal wurden durch Entnahme aus dem zwischen Hoch- und Mittelwasser gelegenen Teile des Vorstrandes die durch den Sturm an der hohen Düne entstandenen Verluste ersetzt. Außerdem wurden Fangzäune für Flugsand angelegt. Kaum ein Jahr später, in der Zeit vom 2. bis 5. Dezember 1895, wurden durch mehrere unmittelbar aufeinanderfolgende Hochfluten nicht nur die sämtlichen bisher angekarrten Massen fortgerissen, sondern es wurde auch ein großer Teil der alten gewachsenen Düne zerstört. Eine Umgrenzungslinie der hohen Düne nach dieser Zerstörung in der Höhe von 5 m über Niedrigwasser ist in den Abb. 11 u. 12 Bl. 49 gestrichelt eingetragen. Eine Lichtbildaufnahme des Strandes vom Punkte A aus in der Richtung des Pfeils (Abb. 12 Bl. 49) zeigt die Text-Abb. 6. Auf dieser sind auch die oben erwähnten im Jahre 1881 versuchsweise angelegten Betonkörper sichtbar.

In Abb. 11 u. 12 Bl. 49 ist der Verlauf der Niedrigwasserlinie, der Hochwasserlinie und der Umgrenzungslinie

der hohen Düne in + 5 m Höhe, und zwar in Abb. 11 Bl. 49 für das Jahr 1893 und in Abb. 12 Bl. 49 für das Jahr 1897 dargestellt. In beiden Abbildungen ist außerdem zur Vergleichung die Begrenzungslinie der hohen Düne in + 5 m Höhe nach den Stürmen vom 2. bis 5. Dezember 1895 eingetragen. Es ist hieraus zu ersehen, daß die hohe Düne, die in einer Höhe von 5 m über Niedrigwasser im Jahre 1893 noch 4,4 ha bedeckte, nach den Dezemberstürmen des Jahres 1895 auf 1,5 ha Grundfläche zusammengeschmolzen war, was einem Verluste von 66 vH. entspricht. Da immerhin noch der höhere Teil der Düne stehen geblieben war, so war der Verlust an Masse nur 49 vH. Während die mehr als 5 m über Niedrigwasser liegende Masse 1893 noch 78000 cbm betrug, waren nach den Dezemberstürmen 1895 nur noch 40000 cbm davon vorhanden.

Da ein regelrechter Badebetrieb auf der verkleinerten Düne nicht möglich war, so entschloß sich die Helgoländer Gemeindevertretung, die nach der im Jahre 1890 erfolgten deutschen Besitzergreifung die Sorge für die Düne wieder übernommen hatte, auch diesmal, den Verlust durch Anfuhr von Sand aus dem Vorstrande zu decken. Die Entnahme geschah aber vorsichtigerweise nur aus dem unter Mittelwasser gelegenen Strandteile. Es wurden im ganzen 40000 cbm Sandboden an die hohe Düne gebracht. Der Sand wurde größtenteils von der nordwestlichen Strandzunge, Olde Höven, zu einem geringeren Teile von der Mitte der Aade und vom südlichen Teile des Nordoststrandes entnommen. Hand in Hand mit dieser Ausführung ging eine Sicherung des äußeren Böschungsfußes durch Buschkörper zwischen Pfählen, wie in Text-Abb. 5 im Querschnitt dargestellt ist.

Nach Vollendung der Anschüttung bedeckte die hohe Düne in der auf + 5 m liegenden wagerechten Ebene 3,25 ha Grundfläche mit einem Inhalte von 69000 cbm. Die Verluste für diesen Teil der Düneninsel waren demnach gegen den Zustand vor den Stürmen 1894 und 1895 bis auf 26 vH. in der Fläche und bis auf 11,5 vH. dem Inhalte nach ersetzt worden, allerdings auf Kosten der gesunden Beschaffenheit des Vorstrandes, der durch die bedeutende Entnahme stark gelitten hatte.

Dem augenblicklichen Bedürfnisse, das Seebad rechtzeitig zu eröffnen, war hiermit notdürftig genügt; eine Sicherung der hohen Düne aber war keineswegs erreicht. Bei einer Wiederholung der Sturmangriffe würden die wenig widerstandsfähigen Massen des angekarrten Bodens weggewaschen worden sein. Es wurde befürchtet, daß der dann noch verbleibende kleine Rest sehr bald zerstört werden und ein nutzloses und gefährliches Sandriff entstehen würde. Die Gemeinde Helgoland, deren hauptsächlichste Einnahmequelle das Seebad auf der Düneninsel ist, hätte dann verarmen müssen, wenn sich keine andere Erwerbsquelle fand. Um diesem Schicksale zu entgehen, hatte die Gemeinde Aufwendungen gemacht, die ihre Mittel vollständig erschöpft hatten. Weitere Maßregeln zu treffen, die einen dauernden Schutz der Düne gewährleisten konnten, war sie außerstande. In ihrer Not wandte sich die Gemeinde an den Kaiser Wilhelm II. mit der Bitte um Hilfe. Der Kaiser versprach zu helfen und beauftragte den Oberbaudirektor L. Franzius in Bremen, einen Vorschlag zur dauernden Erhaltung und Vergrößerung der Düne zu machen.

Der Franziussche Vorschlag zur Erhaltung der Düne.

Dieser Vorschlag geht von der Voraussetzung aus, daß eine Düne zu ihrer Erhaltung einer dauernden und genügenden Zufuhr frischen Seesandes bedarf, weil nur in solchem die verschiedenen Dünenpflanzen so gedeihen, daß sie sowohl den Sand vor dem Verwehen schützen, als auch zum Ersatz der durch Wellen jeweilig weggeschlagenen Dünen wieder neue sogenannte Vordünen bilden können. Es heißt in dem Vorschlage dann weiter: Die Zufuhr frischen Sandes dürfe jedoch nur durch die Wirkung der Naturkräfte, Wellenschlag, Strömung und Wind erfolgen, da nur hierdurch eine dauernde, allmähliche und gleichmäßige Bewegung und eine feste und widerstandsfähige Lagerung der Massen möglich sei. Eine Förderung der Massen durch menschliche Mittel ließe sich wegen ihrer Kostspieligkeit wirtschaftlich nicht rechtfertigen; außerdem würde hierbei der Vorstrand durch die Entnahme des Sandes in der notwendigen Gleichmäßigkeit geschädigt, die aufgeschütteten Massen würden den Angriffen der See nur geringen Widerstand leisten können, und ein gedeihliches Wachstum der Dünenpflanzen, die mit ihrem tief in den Grund greifenden Wurzelgeflecht der Masse den erforderlichen Zusammenhalt geben sollen, sei ausgeschlossen. Seien demnach genügende Sandmengen in der Umgebung der Düne im Meere vorhanden und sei eine Gewinnung dieser Mengen zum Nutzen der Düne bei ungünstigen örtlichen Verhältnissen ohne künstliche Hilfe nicht möglich, so könne man nur zum Ziel gelangen, wenn durch geeignete Mittel den Naturkräften die Wege gewiesen und vorbereitet würden. Der Sand müsse durch die Kräfte der See zum Strande getragen und, wenn der Strand vor der Düne durch die Ablagerung des Sandes die nötige Breite erlangt habe, durch die Wirkung des Windes den Dünen zugeweht werden. Nun müsse man, wie ja auch aus den vorstehenden Erörterungen über die allmähliche Zerstörung der Helgoländer Düne hervorgeht, annehmen, daß in der Umgebung der Düneninsel genügende Sandmengen vorhanden seien. Die jetzige Lage der Düneninsel, die nur nach Westen durch die Hauptinsel und nach Nordwesten durch die vorgelagerten Klippen Schutz erhält, im übrigen aber den Stürmen schutzlos preisgegeben ist, würde eine Wiedergewinnung der verlorenen Sandmassen ohne künstliche Hilfe unmöglich gemacht haben. In dem Vorschlage ist weiter gesagt, daß die bisher an anderen größeren und geschützteren Inseln mit einigem Erfolge angewandten Schutzmittel, kurze Buhnen und Dünenschutzwerke usw., für den hier vorliegenden Zweck ungeeignet sind, weil sie durchweg nur etwa bis zur Niedrigwasserlinie reichen und im allgemeinen zu wenig auf eine Vergrößerung des Strandes hinwirken. Sie würden hier nicht einmal genügen, das Bestehende sicher zu schützen. Der Standpunkt einer bloßen Verteidigung sei deshalb hier zu verlassen und angriffsweise gegen das Meer vorzugehen, um es zu zwingen, den um die Düneninsel bewegten Sand zur Vergrößerung des Strandes und zur Bildung neuer, die alte Düne umschließender Dünen herzugeben. Es sollte das durch Sturmfluten zeitweilig fortgeschwemmte Material der Düne und des Vorstrandes stets reichlich wieder vom Meere ersetzt werden. Ein solcher Zwang aber soll nach dem Vorschlage durch genügend weit vor den jetzigen Strand vorspringende Dämme ausgeübt werden, die an die Düneninsel anschließend

nach allen Seiten strahlenartig in das Meer und zwar bis tief unter Niedrigwasser sich erstrecken. Diese sollten dann den Strand vor dem Wellenangriff und vor zeitweiliger örtlicher Strömung schützen und zugleich bei den verschiedensten Wind- und Wellenrichtungen den Sand auffangen, der in den Gezeitenströmungen und den hier zeitweise sehr stark auftretenden Nehrströmungen unnütz um die Düne herumtreibt. Ihre Wirkung sollte nach Bedürfnis durch leichtere Quer- und Zwischenwerke verstärkt werden. Der aufgefangene Sand sollte dann, nachdem die auflandige Brandung und weiter die Wirkung des Windes ihn am hohen Strande abgelagert hat, in üblicher Weise, aber tunlichst rasch an den Dünen durch Bepflanzung festgelegt und zur Bildung von Vordünen benutzt werden.

Die Hauptdämme — in dem Lagenplan Abb. 9 Bl. 49 und in den Längenschnitten Abb. 1 bis 8 Bl. 49 mit I bis VIII bezeichnet —, die in möglichst billiger Bauweise aus Faschinenbusch und Steinen herzustellen waren, sollten nur wenig über den zeitweiligen Boden hervorragen, um nicht zu hohe Wellen zu erzeugen. Es wurde angenommen, daß sie ebenso wie die noch leichteren und einfacheren Zwischenwerke nach einigen Jahren vom Sande bedeckt sein und ihren Hauptzweck alsdann erfüllt haben würden, daß sie aber auch noch später von Wert seien, indem sie bei zeitweiligen, durch ausnahmsweis heftige Stürme verursachten Rückschlägen nach kurzer Zeit den erwünschten Normalzustand in der Erhöhung des Strandes wieder herstellen würden. Wo der natürliche Boden anfangs verhältnismäßig tief war, sollten die hier angelegten Dämme nach erfolgter Auflandung ebenfalls entsprechend erhöht werden, so daß nach einigen Jahren eine höhere und dabei gleichmäßigere Lage der ganzen von den Dämmen beeinflußten Grundfläche geschaffen würde.

Für die Ausführung wurde es als nicht ratsam erachtet, die sämtlichen Dämme in ganzer Länge in einem einzigen Jahre zu bauen, weil erst nach eingetretener Wirkung der einzelnen Teile ihre Erweiterungen zweckmäßig schienen, und weil auch die Erfahrungen der ersten Bauzeit den späteren Ausführungen zugute kommen sollten. Es war deshalb eine dreijährige Bauzeit angenommen.

Nach dem Vorschlage wurde von diesen Bauten nicht nur eine Erhaltung, sondern auch eine bedeutende Vergrößerung der Düneninsel erwartet. Starke Sturmfluten würden zwar noch immer die Düne beschädigen, aber wegen des höheren Vorstrandes in schwächerer Weise.

Die Kosten der Ausführung sind von dem Oberbaudirektor Franzius in dem Vorschlage zu $1^1/_2$ Millionen Mark veranschlagt.

Probebuhnen.

Da Erfahrungen über die Ausführbarkeit und Haltbarkeit derartiger Bauten an einem den Stürmen sehr stark ausgesetzten Strande nicht vorlagen und gewichtige Stimmen sich gegen die Ausführbarkeit, Haltbarkeit und Zweckmäßigkeit ausgesprochen hatten, so wurden auf Befehl des Kaisers in den Jahren 1896 und 1897 nach dem Vorschlage des Oberbaudirektors Franzius zunächst drei Probebuhnen an dem den Angriffen am meisten ausgesetzten Teile des Dünenstrandes ausgeführt. Die Probebuhnen sind Teile der Buhnen II, IV und VIII. Die Probebuhne IV in 355 m Gesamtlänge wurde in den Monaten August und September 1896, die Probebuhnen II (431 m) und VIII (315 m) in den Monaten Juli, August und September 1897 ausgeführt. Die Ausführbarkeit war durch den Bau dieser Probebuhnen hinlänglich bewiesen.

Für Seebauten bei Helgoland ist die günstigste Bauzeit von April bis Juni. Die Probebuhnen waren nach dieser Zeit ausgeführt, und der Bau hatte keine nennenswerten Schwierigkeiten gemacht, obwohl jede Erfahrung für die Ausführungsweise fehlte und die Wetterverhältnisse während der Ausführung der Buhne IV durchaus ungünstig, während der Ausführung der Buhnen II und VIII normal waren.

Die über Niedrigwasser gelegenen Teile der Probebuhnen wurden dem Franziusschen Vorschlage gemäß in leichtem und billigem Packwerkbau, die unter Niedrigwasser gelegenen Teile in Senkstückbau hergestellt. Der Packwerkkörper wurde in einer und in zwei Lagen angelegt. Für die untere Lage wurde ein Sandkoffer ausgehoben und der fertige Buschkörper mit dem Aushubsande bedeckt. Der Buschkörper war, nachdem er ein- bis zweimal von dem steigenden Wasser überspült war, derartig von Sand und Kies durchsetzt, daß er auch starken Angriffen genügenden Widerstand leisten konnte. Eine Beschwerung durch Steine, die ursprünglich geplant war, wurde als entbehrlich angesehen. Eine Ausführung des Packwerks ohne Steinbelastung hat den Vorteil, daß mit dem allmählichen Wachsen des Strandes eine Aufhöhung des Buhnenkörpers in jeder beliebigen Stärke leicht vorgenommen werden kann, und daß sie außerdem sehr billig ist. Die Bauweise wurde deshalb auch bis zum Schlusse der Ausführung des Entwurfs beibehalten, trotzdem im Winter 1898 Teile der Packwerkstrecken der Probebuhnen II und IV infolge anhaltender Sturmangriffe aus nordwestlicher Richtung zerstört wurden. Zu berücksichtigen ist hierbei, daß die Düne im Winter 1898 unbewohnt war und die Zerstörung erst bemerkt wurde, als sie bereits einen größeren Umfang angenommen hatte. Auch eine verhältnismäßig rasche Verrottung des Buschkörpers, wie sie von verschiedenen Seiten befürchtet war, wurde nicht festgestellt. Die Strecken der Probebuhnen, die nicht durch nachträgliche Aufhöhungen bedeckt waren, an denen also nach ihrer Herstellung nichts geschehen war, zeigten noch nach drei Jahren sowohl in dem Buschkörper, als auch in den zur Befestigung des Buschkörpers angebrachten Pfählen, Drähten und Krampen eine genügende Festigkeit. Hierzu kommt noch, daß die Packwerkstrecken eine weit geringere Bedeutung haben, als die in ihrer Längenausdehnung etwa um das Dreifache überwiegenden und wesentlich teuereren Senkstückstrecken, daß ferner die über Niedrigwasser liegenden Packwerkstrecken leichter zugänglich sind, so daß beginnende Zerstörungen leichter bemerkt und zu jeder Jahreszeit auch mit wenig geübten Kräften und ohne kostspielige Hilfsmittel auszubessern sind. Außerdem ist nach dem Grundgedanken des Entwurfs angenommen, daß diese Strecken bereits nach kurzer Zeit vollständig vom Sand bedeckt sein werden und dann in der Hauptsache ihren Zweck erfüllt haben werden. Eine kräftige, jede Beschädigung ausschließende und deshalb teuere Bauweise wurde daher für den beabsichtigten Zweck als unnötig und unzweckmäßig angesehen. Die leichte Ausführung wurde beibehalten selbst auf die Gefahr hin, einzelne beschädigte Strecken wiederherstellen zu müssen.

Für den Packwerkkörper der Buhne IV war eine Breite von 9 m vorgeschrieben. Um ein Unterwaschen der Ränder zu verhüten, wurde der Sandkoffer an den Seiten tiefer als in der Mitte ausgehoben (Text-Abb. 7). Die Grundlage des Packwerkkörpers wurde im Querschnitt mit der gleichen Stärke von rd. 40 cm ausgeführt, während die um 1 m schmälere Decklage eine Randstärke von nur 10 cm bei einer größten Stärke in der Mitte von 40 bis 50 cm erhielt, um die Krone des Buhnenkörpers im Querschnitt möglichst glatt

Abb. 7. 1 : 200.

zu gestalten. Es stellte sich nun heraus, daß die hohe Kante der Grundlage, wenn sie einmal freigespült wurde, dem Wellenangriffe zu viel Fläche bot. Es wurde deshalb bei der Fortsetzung der Bauten die Grundlage ebenfalls mit 10 cm Randstärke und um 1 bis 2 m breiter ausführt, um bei Aufbringung weiterer Lagen das Quergefälle nicht zu steil werden zu lassen. Die größere Breite wurde da gewählt, wo die größte Aufhöhung des Strandes zu erwarten war und wo dementsprechend eine größere Anzahl von Lagen auszuführen war. Ein Querschnitt dieser Bauweise in vier Lagen zeigt Text-Abb. 8a.

Beim Bau der Probebuhnen war auch der über Hochwasser liegende Teil des Buhnenkörpers bis über Strandhöhe geführt. Es zeigte sich jedoch, daß hierdurch die Ablagerung des Flugsandes auf dem Hochwasserstrande ungünstig beeinflußt wurde, da die einzelnen Erhöhungen der Buhnenwurzeln den Flugsand festhielten und die erwünschte Gleichmäßigkeit in der Gestaltung des Sturmstrandes beeinträchtigten. Eine sandsammelnde Wirkung der Buhnen bei Wellenschlag ist aber in diesem Teile des Strandes ausgeschlossen, weil bei Wasserständen, die den Sturmstrand überspülen, der Brandungsschlag so heftig ist, daß von einer Sandablagerung keine Rede sein kann. Es wurde deshalb, um die Buhnenwurzeln fest zu machen, der über Hochwasser liegende Teil der Packwerkstrecken tief in den Strand eingebettet und zwar so tief, daß der Buschkörper nie austrocknen kann, um ihn so zugleich vor zu rascher Verrottung zu bewahren. Ein in den trockenen Sand gelegter Buschkörper würde naturgemäß nach wenigen Jahren so viel an Festigkeit verloren haben, daß er nicht imstande wäre, bei sehr starken Strandverflachungen die Buhnen vor dem Hinterspülen zu schützen.

Für die Senkstückstrecken hat sich die beim Bau der Probebuhnen angewandte Bauweise durchaus bewährt. Ein Querschnitt der Senkstücke ist in Text-Abb. 8c u. d dargestellt. Es wurde anfangs befürchtet, daß die bei Ausführungen in Senkstückbau sonst verwandten Belastungssteine von geringerem Gewichte dem hier meistens herrschenden kräftigen Brandungsschlage nicht standhalten und fortgeschleudert werden würden. Es wurde deshalb versuchsweise ein Belastungsmaterial verwandt, das größtenteils aus Steinen mit einem Mindestgewicht von 50 kg bestand. Während der Ausführung der ersten Versuchsbuhne zeigte sich jedoch schon, daß auch die kleineren Steine bei starkem Wellenschlage in ihrer Lage unverändert blieben. Bei der Fortsetzung der Bauten wurde deshalb dasselbe Steinmaterial verwendet, wie es sich bei den Korrektionsbauten in der Unter- und Außenweser bewährt hatte. Die Steine werden in ihrer Lagerung noch dadurch gehalten, daß der in der Umgebung Helgolands herrschende üppige Tang- und Algenwuchs die Steine sehr bald mit einer schützenden Pflanzenschicht überzieht, die die Steine untereinander verbindet und den Anprall der Wellen mildert. Es



Abb. 8a. Packwerk in Grundlage und mit drei Aufhöhungen.

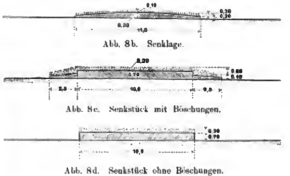


Abb. 8b. Senklage.

Abb. 8c. Senkstück mit Böschungen.

Abb. 8d. Senkstück ohne Böschungen.

Abb. 8e. Senklage mit Aufhöhung in Packwerk.

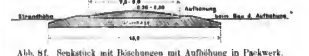


Abb. 8f. Senkstück mit Böschungen mit Aufhöhung in Packwerk.

Abb. 8g. Senkstück ohne Böschungen mit Aufhöhung in Senkstückbau.

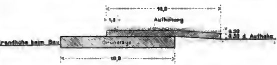


Abb. 8h. Senkstück ohne Böschungen mit Aufhöhung in Senkstückbau (halb überdeckend).

Abb. 8i. Senkstück ohne Böschungen mit Aufhöhung in Steinpackung zwischen Pfahlreihen.

kommen hierbei für die flacheren Stellen die kleinen und zarten Tange: *Enteromorpha linza* und *E. compressa*, *Porphyra laciniata*, *Plocamium coccinium*, *Ceramium rubrum* (Horntang) und *Plumaria elegans* (Federtang) in Betracht, während die größeren hier vorkommenden Tangarten: *Laminaria digitata* (Fingertang), *L. saccharina* (Zuckertang) und *L. hyperborea*

(Ledertang), *Fucus serratus* (Sägetang), *F. vesiculosus* (Blasentang), *Desmarestia aculeata* (Stacheltang) und *Chorda filum* (Meersaite) nur in der Zone unter Niedrigwasser gedeihen. Da die größeren Tangarten dem Wellenangriff eine große Fläche darbieten, so fürchtete man anfangs, daß sie die kleineren Steine, die sie mit ihren wurzelartigen Haftorganen umklammern, bei starkem Wellenschlage fortreißen könnten. Diese Befürchtung hat sich als unbegründet erwiesen. Ferner tragen die festsitzenden koloniebildenden Tiere, die in weicheren oder härteren Decken und Rinden oder als moosige und buschige Rasen die Steine überziehen, zu ihrer festeren Lagerung bei. Dies sind die Hydroidpolypen *(Hydrozoa)*, die Bryozoen, einige Schwämme *(Halichondria, Suberites)*, Kalkröhrenwürmer *(Sergeln)* und die Seepocken oder Balanen *(Balanus balanoides* und *crenatus)*. Eine Zerstörung der Belastungssteine durch die hier zahlreich vorkommenden Bohrmuscheln oder Seedatteln *(Pholas dactylus* und *Ph. crispata)*, Höhlenmuscheln *(Saxicava rugosa)*, Venusbohrmuscheln *(Tapes pallustra)* und den Bohrschwamm *(Vioa)*, der den Kalkstein der Klippen zerstört, ist nicht beobachtet worden. Schädigungen der Steindecke durch Eisbildung sind nicht zu befürchten, da bei einem niedrigsten Monatsmittel der Luftwärme von + 1,5° C. (Februar) und einem niedrigsten Monatsmittel der Temperatur des Oberflächenwassers von + 2,7° C. (Februar) eine Eisbildung sehr selten ist und ebenso das aus der Elbe, Eider und den Watten abgehende Treibeis nur ganz ausnahmsweise bis Helgoland treibt.

Bei der Ausführung der Senkstückstrecke der ersten Probebuhne (IV) wurden in Abständen von 90 m Senkstücke von 20 m Länge senkrecht zur Buhnenachse gelegt, um durch Bildung einzelner fester Punkte in der Buhnenlinie das rasche Fortschreiten einer etwaigen Zerstörung aufzuhalten. Die im Winter 1896/1897 gemachten Erfahrungen zeigten, daß diese Querstücke in so großer Anzahl entbehrlich waren. Deshalb wurde beim Bau der beiden 1897 ausgeführten Probebuhnen (II u. VIII) nur je ein Querstück in etwa 40 m Entfernung von der Niedrigwasserlinie gelegt. Die Tiefe unter Niedrigwasser betrug dort etwa 1 m. Weitere Querstücke waren bei diesen beiden Buhnen um so weniger nötig, als ihre Senkstückstrecken größtenteils in tieferem Wasser liegen, wo der Wellenschlag weniger zerstörend wirkt.

Die im flachen Wasser liegenden Teile der Senkstückstrecken, die von der Brandung am heftigsten getroffen werden, wurden an ihren Langseiten noch durch böschungsartige Schutzränder gedeckt (siehe Querschnitt Text-Abb. 8c). Diese Maßregel erwies sich als sehr zweckmäßig und wurde für den Bau sämtlicher Schutzwerke beibehalten.

Die Haltbarkeit der Senkstückkörper, die noch dadurch erhöht wurde, daß die Buschkörper sehr bald von Sand und Geröll stark durchsetzt wurden, schien somit gewährleistet. Eine deutlich sichtbare Wirkung der Buhnen trat nur an der Südwestseite im Gebiet der Probebuhnen II u. VIII ein, die unter gleichen Strömungs- und Brandungsverhältnissen sich gegenseitig unterstützen konnten. Die Niedrigwasserlinie wurde in der Umgebung dieser Buhnen um 30 m seewärts geschoben, während bisher der SW.-Strand im Abbruch gewesen war. Von einer Wirkung der Probebuhne IV konnte dagegen um so weniger die Rede sein, als diese Buhne in der Richtung der stärksten Sturmangriffe gelegt ist und mehr die Aufgabe eines Schutzwerks für die im Abbruch liegende Nordwestspitze der Düne hat. Eine sandsammelnde Wirkung konnte hier erst erwartet werden, nachdem der Gürtel der Hauptbuhnen mit den Zwischenwerken geschlossen war.

Die Ausführung der Probebuhnen war den Unternehmern A. u. J. Hanken in Ohmstede und Oldenburg, die sich bei den Korrektionsarbeiten in der Unter- und Außenweser bewährt hatten, übertragen worden. Da für die Kosten derartiger Bauten keinerlei Unterlagen vorhanden waren, auch die zweckmäßigste Art der Ausführung sich erst während der Bauausführung herausstellen mußte, so konnte ein Vertrag unter Zugrundelegung von Einheitspreisen nicht abgeschlossen werden. Vielmehr wurde mit den Unternehmern eine Vereinbarung getroffen, daß sie sich mit ihrer Sachkenntnis, mit ihrem Arbeitsgerät und mit ihren geschulten Mannschaften dem Staate zur Verfügung stellen sollten. Die ihnen erwachsenen Auslagen für Schiffsmiete, Tagelöhne, Baustoffe usw. wurde

Es wurden ausgeführt:

Bezeichnung der Buhnen	im Jahre 1896									im Jahre 1897								
	Packwerk			Senkstück			Böschungen an den Senkstücken			Packwerk			Senkstück			Böschungen an den Senkstücken		
	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm
II.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	262	7,70	2020	169	10,50	1780	100	1,50	150
IV.	114	7,30	833	241	11,20	2710	542	1,50	813	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VIII.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	127	7,70	980	187	10,50	1970	100	1,50	150
zusammen	114	7,30	833	241	11,20	2710	542	1,50	813	389	7,70	3000	365	10,50	3750	200	1,50	300

Die Kosten betrugen:

Im ganzen . .	12 495,00 M	69 647,00 M	11 924,00 M	33 000,00 M	56 250,00 M	3 800,00 M
Für 1 m Länge	109,50 „	289,00 „	22,00 „	85,00 „	157,50 „	19,00 „
Für 1 cbm . .	15,00 „	25,70 „	14,70 „	11,00 „	15,00 „	12,70 „
Kosten der eigentlichen Bauanlagen			94 066,00 M			93 050,00 M
Nebenkosten			5 712,00 „			4 144,00 „
Gesamtkosten			99 778,00 M			97 194,00 M

ihnen ersetzt, und für ihre persönlichen Bemühungen erhielten sie einen Prozentsatz der Gesamtkosten. Für die beiden Jahre 1896 und 1897 waren je 100000 ℳ bewilligt. Eine Zusammenstellung der in den Jahren 1896 und 1897 ausgeführten Bauten mit den Kosten hierfür ist in der vorstehenden Tabelle gegeben.

Aus derselben geht hervor, daß die Einheitspreise für 1 cbm des fertigen Buhnenkörpers, besonders der Senkstückstrecken sehr verschieden sind. Verursacht wurde dieser Unterschied durch die sehr verschiedenen Verhältnisse, unter denen die Probebuhnen ausgeführt wurden. Im Jahre 1896 war die eigentliche Bauzeit für Senkstückarbeiten bereits vorüber, als mit dem Bau der Probebuhne IV begonnen wurde. Hierzu kam noch, daß die Monate August und September 1896 sehr reich an steifen nördlichen Winden waren, die das Wasser an der Nordseite der Düne stark beunruhigten und den Verkehr der Dampfer und Steinschiffe auf der rings von Klippen umschlossenen Baustelle sehr erschwerten. Außerdem war der Transport der Baustoffe, die fast ausschließlich am Südweststrande gelöscht werden mußten, sehr umständlich und teuer. Dagegen war der 1897 ausgeführte Bau der Buhnen II und VIII, der bereits im Juli begonnen werden konnte, vom Wetter begünstigt. Die Lage der Buhnen im tiefen Wasser war für die Versenkarbeit vorteilhafter, und die Erfahrungen des Vorjahres kamen diesem Bau zugute.

(Schluß folgt.)

Die neue Stadtbahn in Neuyork.

Von den Regierungs-Baumeistern Dr.-Ing. Blum und E. Giese.

(Mit Abbildungen auf Blatt 50 bis 52 im Atlas.)

I. Einleitung.

A. Die Verkehrsverhältnisse von Neuyork.

In diesem Sommer wird nach vierjähriger Bau- und nahezu dreizehnjähriger Vorbereitungszeit in Neuyork die neue Stadtbahn eröffnet, die berufen sein soll, dem Verkehr der Riesenstadt neue Bahnen zu weisen. Um die Bedeutung und die Aufgaben der neuen Bahn richtig zu würdigen, ist es nötig, zunächst auf die Anlage der Stadt, ihre Verkehrsmittel und deren Mängel einzugehen.

Das Gebiet von Groß-Neuyork umfaßt, wie Abb. 9 Bl. 50 zeigt, die drei Städte Neuyork, Brooklyn und Jersey-City, zu denen sich noch das südlich gelegene Staten-Island und die in raschem Aufblühen begriffenen Vororte Bronx und Queens-Borough gesellen. Wenn die Städte auch durch breite Meeresarme voneinander getrennt sind, so bilden sie doch für das wirtschaftliche und geschäftliche Leben und damit für den Stadtverkehr ein einheitliches Ganzes und bilden jetzt auch eine politische Gemeinde mit Ausnahme von Jersey-City, das in einem anderen Staat liegt.

Das eigentliche Neuyork liegt auf der zwischen Hudson und East-River lang hingestreckten Manhattan-Insel. Der südlichste Teil dieser Insel ist der wichtigste Stadtteil, das Geschäftsviertel, in dem der gesamte geschäftliche Verkehr nicht nur der Stadt, sondern der ganzen Vereinigten Staaten zusammenläuft. In diesem Reiche der Himmelskratzer sind die obersten Verwaltungsstellen der großen Banken, Aktiengesellschaften, Eisenbahnen usw., hier ist das „finanzielle Nervenzentrum" des ganzen Landes. An die etwa bis zur 14. Straße (vgl. Abb. 2 Bl. 50) reichende Geschäftsstadt schließt sich ein Viertel mit großen Kaufläden, Gasthöfen und Vergnügungsstätten; je weiter nach Norden zu, desto mehr nehmen die Wohnungen überhand, doch herrscht hier trotz der hohen Bodenpreise die Mietkaserne weniger als in unsern Großstädten, es gibt vielmehr sehr viele Einfamilienhäuser.

Brooklyn ist hauptsächlich Wohnungsgegend von Leuten, die in Neuyork beschäftigt sind, hat aber auch selbst einen sehr bedeutenden Handel und eine hochentwickelte Industrie, und es greift jetzt auch schon das Geschäftsviertel von Neuyork nach Brooklyn über, was in dem Bau von Wolkenkratzern zum Ausdruck kommt.

In Jersey-City und dem angrenzenden Hoboken strömt der Fernverkehr zusammen, hier beginnen die großen Eisenbahnen nach dem Westen, hier liegen die großen Personenbahnhöfe und die ausgedehnten Güterstationen mit gewaltigen Anlagen für den Umschlagverkehr zwischen Schiff und Bahn; hier sind auch die Anlegeplätze vieler überseeischer Dampferlinien. Die westlichen Teile von Jersey-City entwickeln sich jetzt rasch zu Wohnungsgegenden.

Die Stärke und Zunahme der Bevölkerung ist aus der Zusammenstellung I zu ersehen:

Zusammenstellung I.

Einwohner von Groß-Neuyork in Tausenden

Jahr:	1860	1870	1880	1890	1900
Neuyork mit Bronx	836	979	1226	1530	2050
Brooklyn mit Queens . . .	337	498	685	977	1386
Stadtteile westlich des Hudson	—	—	—	579	824

Die Zunahme der Einwohner betrug im verflossenen Jahrhundert 3,9 vH. jährlich, sie ist größer als die irgend einer europäischer Großstadt[1]) und wird nur von der einiger amerikanischer Städte übertroffen. Die Gesamtzahl der Einwohner von Groß-Neuyork hat jetzt die Ziffer von 4,5 Millionen überschritten.

Eine so große Bevölkerung muß naturgemäß einen ungeheuren Stadtverkehr erzeugen, der aus mehreren Gründen bei amerikanischen Städten vergleichsweise noch größer ist als bei europäischen: Die Trennung von Arbeits- und Wohnstätte und von Geschäfts- und Wohnungsviertel ist in Amerika viel schärfer durchgeführt als bei uns. Der scharf ausgeprägte Grundsatz „Zeit ist Geld" veranlaßt die Leute selbst auf kurze Strecken zu fahren. Die Wohnungsgegenden sind wegen der niedrigeren Wohngebäude viel ausgedehnter

1) Der jährliche Bevölkerungszuwachs von Berlin, das das stärkste Wachstum von allen Großstädten Europas zeigt, ist durchschnittlich 3,2 vH., von London und Paris etwa 1,7 vH.

als in Städten, in denen die Mietkaserne herrscht. Die Dienst- und Geschäftszeit dauert ganz allgemein von 9 bis 5 Uhr in den Bureaus, von 9 bis 6 Uhr in den Ladengeschäften; dadurch wird der Verkehr auf wenige Stunden zusammengedrängt und in den beiden Hochflutwellen des Berufsverkehrs (morgens bis 9 Uhr in die Geschäftsstadt, abends nach 5 Uhr in die Wohngegenden) müssen 25 vH. des Gesamttagesverkehrs in zwei Stunden bewältigt werden, und dabei fällt außerdem noch in diesen verkehrreichsten Stunden der größte Andrang in der einen Richtung mit dem geringsten in der anderen zusammen.

Aus der Einteilung der Stadt folgt, daß die Verkehrsbeziehungen zum südlichen Teil der Manhattan-Insel zusammenlaufen, und durch die Gestaltung der einzelnen Stadtteile ergeben sich hierbei ganz bestimmte Verkehrsrichtungen: In Neuyork flutet der Verkehr, der 61,5 vH. des Gesamtverkehrs beträgt, in der Richtung Nord-Süd, in Brooklyn — 25,5 vH. — strömt der ganze Verkehr zu den Brücken und Fähren, der Verkehr von Jersey City — 13 vH. — ergießt sich in Richtung West-Ost über die Fähren nach Neuyork. In die Bewältigung des Verkehrs der Riesenstadt mit über einer Milliarde Reisenden im Jahr teilen sich neben den zahlreichen den Hudson und East-River durchquerenden Fähren folgende Verkehrsmittel:

Die Eisenbahnen[2]) spielen infolge der eigentümlichen Gestaltung der Stadt eine viel geringere Rolle als in anderen Großstädten: Die von Osten und Westen kommenden Linien sind bisher noch nicht in das Geschäftsviertel eingedrungen, sondern machen weit vor seinen Toren am jenseitigen Ufer der beiden Meeresarme halt, und bei dieser ungünstigen Lage der Endstationen kann sich ein lebhafter Verortverkehr nicht entwickeln, da der Reisende außer der Eisenbahn mindestens noch ein Verkehrsmittel — die Fähre — benutzen muß. In das eigentliche Neuyork mündet nur eine Linie,[3]) die in dem aus Abb. 2 Bl. 50 zu ersehenden Grand Central Depot endigt, von zwei Eisenbahngesellschaften benutzt wird und den gewaltigen Fernverkehr nach Boston, Kanada, Chicago usw. und einen Teil des Verortverkehrs nach dem Norden vermittelt, aber auch hier liegt der Endbahnhof 2,5 km vom Geschäftsviertel entfernt.

Bei weitem die größte Bedeutung für den Stadtverkehr haben die Straßen- und Hochbahnen. In Neuyork liegen die Hochbahnen und die wichtigeren Straßenbahnlinien in den langgestreckten von Nord nach Süd schnurgerade verlaufenden „Avenuen", der elektrische Betrieb ist auf den Hochbahnen vollständig, auf den Straßenbahnen auf allen langen Linien eingeführt. In Brooklyn enden die teilweise noch mit Dampf betriebenen Hochbahnen mit einer Ausnahme an der alten Brooklyner Brücke, über die selbst eine Straßen- und Hochbahn führt, die Straßenbahnen endigen ebenfalls hier oder an den Fährenstationen. Die Reisegeschwindigkeit der Hochbahnen beträgt fahrplanmäßig 17,7 bis 21,3 km in der Stunde bei einer mittleren Stationsentfernung von 550 bis 600 m, die „Schnellzüge", die in den verkehrsreichsten Stunden auf einem besonderen dritten Gleis in einer Richtung verkehren, erreichen Reisegeschwindigkeiten von 22,7 bis 33,5 km in der Stunde. Die Geschwindigkeit der Straßenbahnen beträgt 11 bis 14 km, sinkt aber im Geschäftsviertel auf die eines Fußgängers herab. Über die Größe des Verkehrs auf den Straßen- und Hochbahnen gibt Zusammenstellung II einige Zahlen:

2) In dem Lageplan Abb. 9 Bl. 50 sind nur die wichtigsten Linien mit ihren Endstationen eingetragen.

3) Eine am Hudson entlang führende Linie hat für den Vorortverkehr keine Bedeutung.

Zusammenstellung II.

Jahr	Zahl der Reisenden in Tausenden					Zahl der Reisen im Jahr für den Kopf der Bevölkerung
	Straßenbahnen		Hochbahnen		zusammen	
	Neuyork	Brooklyn	Neuyork	Brooklyn		
1860	38	12	—	—	50	45
1870	112	37	—	—	149	104
1880	151	76	61	—	288	155
1890	221	110	190	82	603	246
1891	230	118	201	90	639	—
1893	240	142	221	100	703	—
1895	295	158	188[5])	97	738	—
1897	397	208	183	90	878	—
1899	526	228	174	58	986	317
1901	588	284	190	63	1125	(i. J. 1900)
1902	578[4])	288	215	69	1115	—

B. Die Entwicklungsgeschichte der neuen Stadtbahn.

Trotz der großen Ausdehnung des Straßen- und Hochbahnnetzes leidet der Stadtverkehr an erheblichen Mängeln. Nach Norden zu sind der Verkehrsverhältnisse zu wenige, und ihre Geschwindigkeit ist zu gering, nach Brooklyn gab es bis vor kurzem nur eine Brücke,[6]) nach Jersey-City fehlt eine Landverbindung vollständig.[7]) Den beiden zuerst genannten Mängeln abzuhelfen ist die wichtige Aufgabe der neuen Bahn, die außerdem berufen ist, neue Wohngegenden im Norden des Harlem zu erschließen.

Die Vorgeschichte des Unternehmens reicht bis zum Jahre 1891 zurück. Schon vorher hatten allerdings verschiedene Seiten den Bau neuer Stadtbahnen angeregt, aber es wollten sich keine Gesellschaften für die Bauausführung und die Betriebübernahme finden, da die Verzinsung voraussichtlich nicht so hoch war wie bei anderen großen Unternehmungen in Amerika. Die Hoch- und Straßenbahnen zögerten auch mit der Schaffung neuer Schnellverkehrsmittel, vielleicht weil die bevorstehende Einführung des elektrischen Betriebes ihre Geldkräfte voll in Anspruch nahm. So sah sich schließlich die Stadtgemeinde gezwungen, die Sache in die Hand zu nehmen, aber bei den scharfen politischen Gegensätzen und dem nach jeder Wahl alle zwei bis vier Jahre stattfindendem Wechsel in der Besetzung aller höheren

4) Der Rückgang ist nur ein scheinbarer (Einführung von Umsteigefahrkarten).

5) Rückgang auf den Hochbahnen ist auf verschärften Wettbewerb der Straßenbahnen nach Einführung des elektrischen Betriebes zurückzuführen.

6) Die neue Williamsburger Brücke (vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung Jahrg. 1904 S. 141), die bei weitem nicht so gefällig aussieht wie die alte, ist jetzt fertiggestellt; ihre Fahrbahn wird zwei Straßen für Fuhrwerk, zwei Hochbahn- und vier Straßenbahngleise, zwei Fußgängerwege und zwei Radfahrbahnen enthalten. Weitere Brücken sind im Bau. (Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung Jahrg. 1904 S. 117, 136 und 141.)

7) Die Pennsylvaniabahn erbaut eine für Fern- und Vorortverkehr bestimmte Linie, die von Jersey-City unter dem Hudson hindurchführt, dann Neuyork unter der 39. Straße unterfährt, hier einen gewaltigen Bahnhof erhält und nach Untertunnelung des East-River in Brooklyn Anschluß an die Long-Island-Eisenbahn erhält.

städtischen Beamtenstellen kam man nicht vorwärts. Endlich bemächtigte sich der Staat Neuyork der Sache und setzte für die Stadt einen Schnellverkehr-Ausschuß ein: The Board of Rapid Transit Railroad Commissioners of the City of New York. Diesem wurden sehr weitgehende Befugnisse erteilt, von denen die wichtigsten folgende sind:

1. er sollte die Linienführung und die Grundgedanken für die bauliche Anlage und die Betriebführung festsetzen,
2. er sollte die Anlage von Stadtbahnen den Ortsbehörden und Anliegern gegenüber vertreten und die Enteignung im Einvernehmen mit den staatlichen Behörden vornehmen,
3. er sollte weiterhin die genauen Pläne für die Bauausführung anfstellen,
4. er sollte die Überlassung von Bau und Betrieb an Unternehmergesellschaften regeln.

Seele des ganzen Ausschusses war und ist sein Erster Ingenieur William Barclay Parsons, der von Anfang an für den Bau einer Tiefbahn eintrat, um eine Belastung der Straßen vollständig zu vermeiden; nur die Außenstrecken in dem wenig belebten Norden sollten als Hochbahnen ausgeführt werden. Nach Aufstellung der Entwürfe für eine Bahn, die im wesentlichen mit der jetzt ausgeführten mit Ausnahme der Seitenlinie nach Brooklyn übereinstimmt, wurden im Jahre 1892 Angebote eingefordert, aber die Ausschreibung verlief ergebnislos. Nachdem sich weitere Verhandlungen mit der Straßenbahngesellschaft zerschlagen hatten, wurden 1894 durch Staatsgesetz die Befugnisse des Ausschusses dahin erweitert, daß er auch über Neuanlagen bestehender Bahnen zu entscheiden habe, soweit der städtische Verkehr in Frage kam, und daß er einen Weg finden solle, um die Bahn aus Mitteln der Stadt zu erbauen. Die folgenden Jahre gingen mit Verhandlungen über die Linienführung und den Entwurfbearbeitungen hin, und Anfang 1900 wurden Angebote eingefordert von Unternehmern, die gegen eine feste von der Stadt zu zahlende Summe den Bau ausführen und später Betrieb und Unterhaltung übernehmen wollten. Von den zwei Angeboten verlangte das angenommene für den Bau der freien Strecke außer der Linie nach Brooklyn und die betriebsfähige Ausrüstung der Bahn rd. 150 Millionen Mark, für die Stationen die tatsächlichen Ausgaben + 10 vH., höchstens aber zusammen 7,4 Millionen Mark und eine Bauzeit von 4 $1/_2$ Jahren. Der Unternehmer übernimmt den Betrieb und die Unterhaltung auf 50 Jahre, verzinst während dieser Zeit die Bausumme und zahlt außerdem 1 vH. zur Tilgung. — Nach der Eingemeindung von Brooklyn in Groß-Neuyork wurde durch einen Nachtragvertrag der Bau der Seitenlinie nach Brooklyn geregelt. Sofort nach Erteilung des Zuschlags wurde mit dem Bau begonnen, der nun während 4 $1/_2$ Jahren so manche Straße Neuyorks in ein Trümmerfeld verwandelt, aber schließlich doch alles zum guten Ende geführt hat. Die sämtlichen Einzelentwürfe waren nach dem Vertrage von dem Unternehmer aufzustellen und vom Schnellverkehrsausschuß gutzuheißen. In Wirklichkeit sind sie alle von diesem, d. h. von Parsons, ausgearbeitet worden, der auch die gesamte Bauausführung überwacht, die Abnahme der Baustoffe bewirkt und alle Verhandlungen mit Behörden, andern Gesellschaften und Anliegern führt.

II. Linienführung.

A. Grundlagen der Linienführung.

Die Spurweite der Bahn ist die Regelspur von 1,435 m, mit der auch die Hochbahnen Neuyorks und Brooklyns ausgerüstet sind. Man hat sich damit die Möglichkeit eines Anschlusses an diese Bahnen und außerdem an die Neuyork-Zentraleisenbahn beim Grand Central-Depot in der 42. Straße und an die Long-Island-Eisenbahn in Brooklyn offengehalten. Die Regelspur ist ja auch bei fast allen Stadtbahnen der Welt angewendet, weil sie im Vergleich zu einer schmalen Spurweite kaum Mehrkosten verursacht, dagegen eine günstigere Durchbildung der Betriebsmittel, höhere Fahrgeschwindigkeit und ruhigeres Fahren gewährleistet.

Die Krümmungen, die infolge der Anlage der Stadt mit langen schnurgeraden Straßen viel seltener sind als bei anderen Stadtbahnen, haben einen kleinsten Halbmesser von 46 m, doch kommt dieses nur vereinzelt vor, und im übrigen sind die Halbmesser mindestens 60 m groß, immerhin noch recht scharf nach deutschen Begriffen, ist doch der kleinste Halbmesser der elektrischen Stadtbahn in Berlin 80 m; in Amerika sind jedoch für Stadtbahnen viel kleinere Halbmesser sehr häufig angewendet, so z. B. auf den Hochbahnen von Neuyork solche von nur 27,4 m.

Die Steigungen gehen in der Regel nicht über 15 vT. = 1 : 67 hinaus, doch kommen stärkere an den Übergängen zwischen Hoch- und Tiefbahn und bei stark welliger Bodengestaltung vor. Die Rampen an den Unterfahrungen des Harlem und des East-River zeigen Steigungen von 30 und 31 vT., also von ungefähr derselben Stärke wie bei der Hochbahn in Berlin (31,25 vT.). Die Verbindung mit einem Betriebsbahnhof liegt in einer Steigung von 40 vT. = 1 : 25.

Der lichte Raum für ein Gleis ist 3,65 m breit und 3,90 m hoch. Die entsprechenden Maße sind bei der elektrischen Stadtbahn in Berlin 3,00 und 3,30 m, bei dem Entwurf einer Stadtbahn für Hamburg 3,30 und 3,50 m.

B. Verlauf der Linie.

Die ganze Bahn besteht aus einer Stamm- und drei Seitenlinien (vgl. Abb. 2 und 9 Bl. 50). Die viergleisige, ganz als Tiefbahn ausgeführte Stammlinie beginnt im Süden von Neuyork aus der City Hall (Rathaus), einem der Hauptverkehrspunkte der Geschäftstadt, an dem die alte Brooklyner Brücke auf die wichtigste Verkehrsader der Stadt, den Broadway, mündet. Die Bahn folgt aber nicht diesem, sondern einer benachbarten Parallelstraße (Elmstreet und 4. Avenue) weil die Bauausführung in dem belebten Broadway zu schwierig schien[8]) und weil man ihn für eine andere später anzulegende Tiefbahn freihalten wollte, indem man hoffte, daß man bei dem jetzigen Bau genug lernen werde, um eine Bahn auch in der allerverkehrsreichsten Straße ausführen zu können.

Die Bahn geht in ziemlich gerader Richtung auf das Grand Central-Depot los, wendet sich an diesem nach Westen, um unter der 42. Straße den hier schon mehr in Wohnungsgegend liegenden und daher nicht mehr so stark belasteten

8) Es zeigt sich hier dieselbe Erscheinung wie in Berlin, wo die Fortsetzung der elektrischen Stadtbahn nicht durch die stark belebte Leipziger Straße, sondern durch eine Parallelstraße geführt werden soll.

Broadway wieder zu erreichen, unter dem sie bis zur 96. Straße hinführt. Hier gabelt sich die Stammlinie mit schienenfreien Kreuzungen in die zwei nördlichen Seitenlinien, von denen die westliche in ziemlich gerader Richtung nach den im Norden am Hudson gelegenen Vororten führt, während der östliche Zweig sich in einem Bogen nach dem neu zu erschließenden Stadtteil Bronx mit seinen großen Parkanlagen hinzieht. Der Westzweig ist, wie der in Abb. 1 Bl. 50 dargestellte Längenschnitt zeigt, dem wechselnden Gelände entsprechend teils als Hoch-, teils als Tiefbahn ausgeführt. Der Ostzweig ist im südlichen Teil noch Tiefbahn, unterfährt als solche den Harlem, um als Hochbahn zu enden.

Die erst nach der Eingemeindung von Brooklyn beschlossene, ganz als Tiefbahn ausgeführte südliche Seitenlinie bildet die unmittelbare Fortsetzung der Stammlinie von der City-Hall nach Süden zur Battery, hier wendet sie sich nach Osten, führt unter dem East-River hindurch nach Brooklyn, wo sie an dem Bahnhof Flatbush Avenue der Long-Island-Eisenbahn endet, um vielleicht eine unmittelbare Verbindung mit Zugübergang zu erhalten.

Der Betrieb ist in folgender Weise geregelt (vgl. dazu Abb. 17 Bl. 50). Auf der viergleisigen Stammbahn verkehren Lokalzüge und Stadt-Schnellzüge; diese benutzen die inneren, jene die äußeren Gleise, die nach Richtungen betrieben werden, so daß der Übergang vom Lokal- zum Schnellzuggleis bequem und ohne Kreuzung von anderen Gleisen ausführbar ist. Die Schnellzüge halten nur an wenigen Stationen, die zum bequemen Übergang von Reisenden zwischen beiden Zugarten mit zwei Inselsteigen ausgerüstet sind, während die übrigen Haltestellen Außensteige erhalten haben. An der City-Hall, an der der größte Teil des von Norden kommenden Verkehrs endigt, sind die beiden äußeren Gleise durch eine Schleife verbunden, die unter den nach der Battery führenden Gleisen hindurchgeht; das Wenden der Züge ist also ohne „Kopfmachen" und ohne große Verschiebebewegungen möglich; eine ähnliche Anlage findet sich an der Battery. Die Seitenlinien sind an den Verbindungspunkten mit der Stammlinie, an der City-Hall und an der 96. Straße, so angeschlossen, daß ihre Züge auf das Schnell- und Lokalzuggleis übergehen können.

Die Seitenlinien sind teils zwei-, teils dreigleisig. Das dritte — innere — Gleis wird nach dem Vorbild der Hochbahnen Neuyorks so benutzt, daß auf ihm in den Morgenstunden Schnellzüge nach der Geschäftsstadt, in den Abendstunden aus der Geschäftsstadt, also in derselben Zeit immer nur nach einer Richtung, verkehren. Durch reichliche Weichenverbindungen ist dafür gesorgt, daß diese Schnellzüge an beliebigen Stellen auf die äußeren Gleise übergehen können. Während der verkehrschwachen Stunden wird das innere Gleis zum Aufstellen von Wagen benutzt.

Unmittelbare Anschlüsse an bestehende Eisenbahnen mit Zugübergang hat die neue Bahn bisher nicht gefunden, doch sind außer den erwähnten eine Reihe von Verbindungen mit Eisen- und Hochbahnen geplant, die aber noch nicht feststehen.

III. Bau und Bauausführung der Bahn.

Die Bahn zeigt alle Formen, die bei städtischen Bahnen angewendet werden: unmittelbar unter der Straße liegende Unterpflasterbahnstrecken mit wagerechter Decke, tiefliegende gewölbte Untergrundbahnen, Untergrund-Röhrenbahnen mit eisernem Mantel, Einschnitts- und Auftragrampen und Hochbahnstrecken.

A. Die tiefliegenden Strecken.

Bei der gesamten Anlage hat man sich bemüht, die Bahn, wenn irgend angängig, möglichst dicht unter die Straße zu legen, also als Unterpflasterbahn auszuführen. Hiervon mußte man an den Stellen abweichen und eine tiefere Lage der Bahn wählen, wo Bodenerhebungen einen für den Betrieb ungünstigen Längenschnitt ergeben hätten, und bei den Unterfahrungen des Harlem und des East-River. Der Untergrund von Neuyork besteht aus teils festem, teils brüchigem Felsen und aus festgelagertem tragfähigen Sand; nur an wenigen Stellen erschwerte unzuverlässiger Baugrund die Ausführung. Das Grundwasser machte nur wenig Schwierigkeiten, da die Bahn fast überall hochwasserfrei liegt.

1. Die Unterpflasterbahn.

a) Bauart.

Die Unterpflasterbahn umfaßt nahezu die ganze Stammbahn, Teile der nördlichen Seitenlinien und die Bahn in Brooklyn. Diese Strecken sind zwei-, drei- und viergleisig, und an den Haltestellen umschließt die Bahn oft noch mehr Gleise, doch ist die gesamte Bauart für beliebige Gleiszahl stets die gleiche. Der Zwischenraum zwischen Straße und Tunneldecke beträgt 78 cm, entsprechend der Bauhöhe des Schlitzkanals für die unterirdische Stromzuführung zu den Straßenbahnen. Bei späteren Ausführungen hat man dies Maß auf 1,80 m vergrößert, dadurch werden allerdings die Aushubmassen und der Höhenunterschied zwischen Straße und Bahnsteig größer, aber man gewinnt über der Bahn Raum für die Straßenleitungen.

Der Tunnelquerschnitt ist, wie Abb. 8 Bl. 50 zeigt, rechteckig aus Eisen und Beton gebildet und zeigt eine Säulenreihe zwischen je zwei Gleisen. Die Sohle ist eine durchgehende Betonplatte von mindestens 50 cm Stärke. Die Seitenwände bestehen aus I-Trägern (etwa N. P. 31), die im Abstand von 1,5 m stehen und durch zwischengespannte senkrechte Betonkappen verbunden sind. Die Decke besteht aus Betonkappen, die auf Querträgern (ungefähr I N. P. 39) aufruhen; diese werden wieder gestützt durch die zwischen je zwei Gleisen stehenden Mittelsäulen. Wand- und Mittelsäulen und Deckenträger sind durch schräge Eckstäbe und durch die Sohle zu einem steifen Rahmen verbunden. Im Lauf der Bauausführung ist man zu der in Abb. 6 und 7 Bl. 50 dargestellten einfacheren Bauweise übergegangen. Bei dieser sind die in jedem Gleiszwischenraum angeordneten Mittelsäulen beibehalten, dagegen sind Wandsäulen und Deckenträger fortgefallen und durch eine Eisenbeton-Bauweise ersetzt worden. An der Unterseite der Decke liegen über die ganze Tunnelbreite in einem Abstand von etwa 21 cm Querstäbe von 30 mm Stärke im Geviert, außerdem kürzere Querstäbe an der Oberseite der Decke über den Mittelsäulen, wo Zugspannungen auftreten. In den Seitenwänden stehen gleichstarke Stäbe, aber in 30 cm Entfernung, die entsprechend der Stellung der Mittelsäulen im Abstand von 1,50 m durch zwei Winkeleisen (etwa 150 · 100 · 11 mm) ersetzt sind und mit diesen durch zwei in der Decke liegende Rundanker ver-

bunden sind, so daß auch hier der feste Rahmen entsteht. (Abb. 6 Bl. 52 gibt ein gutes Bild der gesamten Bauart.) Die Bauweise gewährt neben größerer Billigkeit den Vorteil größerer Einfachheit in der Bauausführung, da die schweren Eisenteile wegfallen und man beim Bau von der Anlieferung des Eisens, die sich ja sehr oft verzögert, unabhängiger wird. Leider war das gesamte Eisen für die Stammlinie schon bestellt, als man auf die einfachere Bauart kam, die sich nach übereinstimmender Angabe aller Ingenieure sehr bewährt und daher außer auf kleineren anderen Strecken für die ganze Seitenlinie nach Brooklyn angewendet wird.

Die Mittelsäulen haben einen aus einer Platte und vier für die Bahn besonders gewalzten Winkeleisen gebildeten Querschnitt, deren Schenkel am Ende einen Wulst haben; hierdurch werden bei gleichen Abmessungen die Trägheitsmomente vergrößert und alle scharfen Ecken vermieden. Die Säulen stehen bei den ersten Ausführungen auf Werksteinen, die in die Betonsohle eingebettet sind, doch kam man hiervon bald ab, hauptsächlich weil sich die Anlieferung der Steine (ebenso wie beim Bau der Sceauxlinie in Paris) oft verzögerte. Man vergrößerte dann die Unterlagplatten und stellte die Säulen auf den Beton, der an diesen Stellen eine bessere Mischung erhielt, unmittelbar auf. Bei der letzten Ausführung gab man den Säulen eine Unterstützung von drei in den Beton eingebetteten I-Trägern. Der Beton besteht meist aus 1 T. Zement, 3 T. Sand und 5 T. Steinschlag, in der Decke und in Verbindung mit Eisen ist das Mischungsverhältnis aber 1 : 2 : 4.

Um das Eindringen von Wasser und eine Durchnässung der Tunnelwände zu vermeiden, ist der ganze Querschnitt wie bei der Tiefbahn in Berlin in eine wasserdichtende Schicht gehüllt. Diese besteht aus vier bis sieben Lagen Pappe, die mit heißem Asphalt aufeinander geklebt wurden. Nach außen wird diese Schicht besonders geschützt und zwar in der Sohle durch eine Betonlage von mindestens 21 cm Stärke, in den Seitenwänden durch eine Mauer aus porösen Steinen, die in der Regel einen halben Stein (etwa 11 cm) stark ist; wo aber unmittelbar neben der Bahn Hohlräume, also z. B. Keller, liegen, ist die Schutzwand einen Stein stark. Mehrfach haben wir beobachtet, daß sie aus Hohlsteinen besteht, die den Zweck haben sollen, das von der Seite kommende Wasser möglichst rasch nach unten abzuführen. An einzelnen Stellen mit sehr geringem Wasserandrang ist die Wasserdichtung in der Sohle durch eine Art Asphaltbeton ersetzt, der durch Verlegen der erhitzten Steine in Asphalt hergestellt wurde. Dieselbe Bauweise ist bei starkem Wasserzufluß zur Verstärkung der obenbeschriebenen angewendet worden. Alle Eisenteile liegen innerhalb der Asphaltschicht, sind von ihr aber durch Beton getrennt, so daß die im Eisen entstehenden Schwingungen sich nicht unmittelbar auf sie übertragen können.

Zur Aufnahme der für den Bahnbetrieb notwendigen elektrischen Leitungen (Kraftzuführung, Fernsprecher, Blocksicherung) sind Terrakotta-Röhren angeordnet, die in der Regel in einer senkrechten Schicht in den Seitenwänden unmittelbar hinter der Wasserdichtung liegen (vgl. Abb. 6 u. 8 Bl. 50 und Abb. 1 Bl. 52). An einzelnen Stellen liegen die Röhren auch in der Sohle, so besonders in den Stationen, in denen sie meist unter den Bahnsteigen durchgeführt sind. Um die Leitungen bequem prüfen und wo erforderlich an die elektrischen Einrichtungen anschließen zu können, sind in Abstand von 120 bis 150 m Nischen angeordnet, von denen alle Kabel zugänglich sind. Durch diese Einrichtung ist der Tunnelquerschnitt von Leitungen mit Ausnahme der dritten Schiene ganz freigeblieben.

Der Oberbau der Unterpflasterbahn sollte zuerst nach Text-Abb. 1 aus Breitfußschienen auf hölzernen Einzelunterstützungen bestehen und gegen Entgleisungen durch ein als Schutzschiene wirkendes [-Eisen gesichert werden. Glücklicherweise kam man von dieser wenig Vertrauen erweckenden Bauart ab und wählte nach dem Gutachten von hervorragenden Eisenbahnern und nach umfangreichen Versuchen mit sechs verschiedenen Arten einen gewöhnlichen Breitfußschienen-Oberbau mit hölzernen Querschwellen. Die Schienen entsprechen mit einem Gewicht von ungefähr 50 kg/m den schwersten auf der Neuyork Zentral-Eisenbahn verwendeten und sind auf 10 m Länge von 18 nicht getränkten kiefernen Schwellen von 14 · 20 cm Stärke und 2,50 m Länge unterstützt; jede vierte Schwelle ist zur Aufnahme der dritten Schiene um 15 cm verlängert. Alle Schwellen haben Unterlagplatten (125 · 180 · 10 mm) mit vier nach unten gerichteten Stachelansätzen, die durch Maschinen in die Schwellen gepreßt werden. Zur Befestigung dienen zwei Nägel mit rundem Kopf. In den Krümmungen hat jede dritte Schwelle an der innern Schiene eine nach innen verlängerte Unterlagplatte, die zur Aufnahme der Streichschiene bestimmt und zur bessern Verbindung mit der Schwelle an der Unterseite mit drei Längsrippen versehen ist.

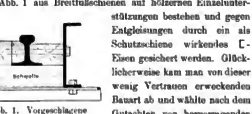
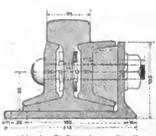


Abb. 1. Vorgeschlagene Oberbauform.

Der Stoß ist schwebend und bei den Gleisen für Lokalzüge durch einfache Winkellaschen mit vier Bolzen gedeckt; dem Wandern soll dadurch entgegengewirkt werden, daß die Schienennägel durch Ausschnitte in die Laschen eingreifen. Die Gleise für Schnellzüge haben, wie Text-Abb. 2 zeigt, eine Stoßbrücke mit einer innern einfachen Winkellasche, nach außen ist der Stoß durch eine [-förmige Eisen- und eine kräftige Holzlasche und außerdem durch den senkrechten Ansatz der Stoßbrücke gesichert; man verspricht sich von diesem Stoß lange Dauer und besonders durch die Wirkung der Holzlasche ruhiges und geräuschloses Fahren. Die Stöße der beiden Schienen eines Gleises sind versetzt, womit man in Amerika auf stark belasteten und gut unterhaltenen Strecken im Gegensatz zu Deutschland gute Erfahrungen gemacht hat.


Abb. 2. Stoßanordnung für die Schnellzuggleise. 1:5.

Die Bettung besteht aus scharfem, aber sehr feinkörnigem Steinschlag, sie war infolge des früher beabsichtigten Oberbaus beim Einbau nur 5 cm unter Schwellenunterkante stark und mußte daher mit Brecheisen gestopft werden; es

ist wohl anzunehmen, daß diese geringe Bettungsstärke bald vergrößert wird, denn durch sie muß das Fahren bald sehr hart und Gleis und Betonsohle rasch zerstört werden.

Die Weichen haben ein Neigungsverhältnis von ungefähr 1:5 und sind in den durchgehenden Hauptgleisen, wie sehr häufig in Amerika, am Herzstück mit einer beweglichen Flügelschiene versehen, die beim Umstellen der Weiche mit umgestellt wird und dadurch die sonst vorhandene Unterbrechung im Gleis schließt.

Ob die Lüftung besondere Einrichtungen verlangen wird, will man zunächst noch abwarten. Vorläufig sind nur an einzelnen Stellen Nischen eingebaut, in denen später, wenn es nötig werden sollte, elektrisch angetriebene Luftabsauger aufgestellt werden können, zur Zeit sind die Nischen nach dem Tunnel zu durch eine Art Jalousien geschlossen. — Der nördliche Teil des Broadway, unter dem die Bahn hergeführt ist, hat streckenweise einen 2 m breiten mittleren Rasenstreifen. In diesen münden in Abständen von etwa 200 m Lüftungsschächte, die mit einem kleinen Granitsockel und eisernem Gitter umgeben sind.

b) Bauausführung der Unterpflasterbahn.

Vorbereitende Arbeiten. Die Bahn wurde unter voller Aufrechterhaltung des Straßenverkehrs gleichzeitig an möglichst viel Stellen in Angriff genommen; einzelne Teile mußten allerdings lange zurückstehen, besonders dort, wo bestehende Bauten lange Verhandlungen und große Veränderungen nötig machten. Auch mit der Bauausführung in der Nähe des Grand Central Depot zögerte man sehr lange, weil man immer noch auf eine unmittelbare Verbindung mit der Neuyork Zentral-Eisenbahn gehofft hatte. Der Aufstellung der Einzelentwürfe gingen genaue Ermittlungen über die Bodenbeschaffenheit voraus und über alle Straßenanlagen und benachbarten Bauten, die durch die Bauausführung berührt wurden. Erst wenn alle Entwürfe für die notwendigen Änderungen endgültig festgestellt und von allen Beteiligten gutgeheißen waren, ging man an die Bauausführung und begann in der Regel mit den Nebenarbeiten, wie Verlegen von Straßenbahngleisen, Absteifen der Hochbahn, Ändern der Straßenleitungen; dazu kamen im südlichen Teil von Neuyork Verbreiterungen und Begradigungen von Straßen. Zu Arbeitsplätzen wählte man die freien Plätze, die aber nur spärlich vorhanden sind und dadurch oft den ganzen Gang der Bauausführung bestimmten. Als Antrieb für die vielen Maschinen zum Heben und Fortschaffen der Erde, zum Pumpen, Betonmischen, zum Bohren und Nieten, wurde meist Druckluft gewählt, weil man bei Dampfbetrieb zuviel Einzelanlagen hätte schaffen müssen oder zuviel Verlust gehabt hätte bei den langen Dampfleitungen zu den einzelnen Arbeitsstellen.

Arbeitsvorgang beim Aufbau des Tunnels. Wenn alles vorbereitet war, wurde der Tunnelquerschnitt, wie weiter unten erörtert, ganz oder teilweise freigelegt und dann der Aufbau mit dem Einbringen der untern Betonlage der Sohle begonnen. Dann wurde ein kleines Stück der seitlichen Schutzwände hochgemauert und der untere Teil der Wasserdichtung hergestellt; auf diese kam die obere Betonlage der Sohle, in die die Unterstützungen der Säulen in Stein oder Eisen eingelegt wurden. Weiterhin wurden die Außenschutzwände aufgemauert, die Wasserdichtung der Seitenwände fertiggestellt und dann das ganze Eisenwerk eingebaut. War dies vollendet, so wurden die Betonkappen der Seitenwände und der Decke eingestampft, dann die Wasserdichtung in der Decke verlegt und die obere Schutzschicht aufgebracht.

Der Beton wurde im Anfang trocken eingestampft, später naß eingebracht; man verspricht sich hiervon bessern Erfolg, weil man die Arbeiter bei der Stampfarbeit doch nicht genügend überwachen kann. Der Zement stammt, wenn auch nur zum kleinen Teil, aus Deutschland.

Das Eisen wurde durchweg mit Lufthämmern genietet, die sehr flott arbeiteten. Besondere Spannstangen zwischen den Deckenträgern erleichterten die Aufstellung und wurden später mit einbetoniert. Das Eisen wurde mit dem Pinsel gestrichen, der übrige Tunnel dadurch mit einem weißen Farbüberzug versehen, daß in den Farbbehälter Druckluft geleitet und die Farbe durch eine Art Gießkannensieb ausgespritzt wurde; auf diese Weise konnte man sehr rasch arbeiten und kam mit der Farbe an alle Stellen (vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1898 S. 8 u. 252).

Absteifarbeiten. Die schwierigsten Arbeiten waren naturgemäß die Ausschacht- und Absteifarbeiten, die mitten in und unter den belebtesten Straßen ausgeführt werden mußten. Im Vergleich zur Tiefbahn in Berlin hatte man den Vorteil, daß der Wasserzufluß sehr gering und durch Ansammlung in Pumpensümpfen und Auspumpen bequem zu bewältigen war; auch der Untergrund, der aus Felsen und festgelagertem Sand bestand, war besser. Dagegen war die Aufrechterhaltung des Straßenverkehrs viel schwieriger, da keine breite Mittelpromenade zur Verfügung stand, sondern die Bahn in recht engen, aber sehr belebten Straßen mit oft vier Straßenbahngleisen ausgeführt werden mußte. Der Boden wurde in der Regel von Hand gelöst, nur fester Felsen wurde nach vorheriger Verlegung der Straßenleitungen und -Bahnen gesprengt. Die Bodenmassen wurden meist in der Grube auf Schmalspurkarren verladen und zu einem Kran geschafft, der die Wagenkasten in Straßenhöhe in Pferdekarren entlud. An Stellen, an denen das Fuhrwerk nicht bis zum Kran vordringen konnte und daher eine weitere wagerechte Förderung der Massen nötig wurde, wurde hierzu eine Luftseilbahn verwendet (vgl. Abb. 4 Bl. 52).

Von den unendlich vielen Arten des Bauvorgangs kann nur das Allerwesentlichste mitgeteilt und in großen Zügen dargestellt werden. Da durch die Ausschachtarbeiten der Straßenverkehr nicht unterbrochen werden durfte, so begann man meist mit einem schmalen Schlitzaufbruch in der Längenrichtung der Bahn dicht am Bürgersteig. Diese Arbeitsstelle blieb je nach der Breite und der Verkehrstärke der Straße offen oder wurde mit einer vorübergehenden Straßendecke versehen, immer aber sehr sorgfältig abgesteift. Von da ging man dann unterirdisch mit seitlichen Stollen vor, stützte in ihnen Straße und Straßenbahn durch Zimmerwerk ab und legte so allmählich die Baustelle frei. Im Anfang wurde an den meisten Stellen der Raum nicht in ganzer Breite ausgeschachtet, sondern erst ein Längenteil der Bahn ganz fertiggestellt und die darüber liegende Straße wieder vollständig hergestellt und dann erst der zweite Längenteil und vielleicht noch ein dritter und vierter in derselben Weise in Angriff genommen. Diese Bauart hat sich aber im allgemeinen nicht bewährt; für den Bau der Bahn und für alle kreuzenden

Straßenleitungen war selbstverständlich der Ausbau in voller Breite besser und man fand, daß dies auch für den Straßenverkehr zweckmäßiger sei, da dann die gesamte Arbeit weniger Zeit in Anspruch nahm und es sich herausstellte, daß es sehr gut möglich war, die ganze Straße auf eine Holzunterstützung zu setzen und mit Bohlen abzudecken. Ein eigenes Gefühl war es aber doch, über solche unterhöhlte Bohlenstraße zu gehen, unter der die Niethämmer klopften und über die die Straßenbahnwagen wie über einen ungeheuren Resonanzboden polterten. Die bemerkenswerteste Baustelle dieser Art war wohl die für die Haltestelle an der 14. Straße, hier war nicht nur die ganze Straße mit den Bürgersteigen, sondern auch noch ein großer Teil der Querstraße und eines angrenzenden Platzes unterhöhlt.

Die Absteifungen bestanden meist aus Querbalken, die in sehr kurzen Abständen lagen und durch Pfosten unterstützt wurden. Die Seitenwände waren, wo kein standfester Felsen angetroffen wurde, durch Spundwände oder durch wagerechte Steifen gesichert. Da die vielen Pfosten die Baustelle sehr beengten, so wurden im nördlichen Teil des Broadway für die Straßenbahn in der Längenrichtung der Tiefbahn kurze freitragende Brücken aufgebaut. Diese bestanden meist aus hölzernen dreifachen Sprengewerken, aber auch aus alten eisernen Fachwerkträgern der verschiedensten Bauart, die nur geraden Untergurt haben mußten, im Obergurt und dem Fachwerk aber alle möglichen Spielarten zeigten. Je zwei Träger waren im Obergurt durch Hölzer gegenseitig versteift, und es war mehr als eigenartig anzusehen, ein Parabelträger mit Ständerfachwerk zusammen mit einem Parallelträger mit Dreiecknetz, der eine rot, der andere gar nicht mehr angestrichen, beide friedlich vereint und verbunden durch einen „oberen Windverband" aus alten Brettern, und an dem Gebilde hingen unten die Querträger für die Straßenbahn! Schön war's nicht, aber es ging.

Um eine der vielen Ausführungsarten darzustellen, sei die recht schwierige Bauausführung unter der 42. Straße in Abb. 3 bis 5 Bl. 50 kurz beschrieben. Hier liegt die Bahn infolge von Steigungen der Straße, die sie, um einen für den Betrieb günstigeren Längenschnitt zu erhalten, nicht mitmacht, bis über 11 m unter Straßenoberfläche. Einen an der Südseite der Straße gelegenen freien Platz wählte man als Angriffstelle und hob von hier aus unter dem Bürgersteig einen etwa 4,50 m breiten Schlitz bis zu voller Tiefe aus. In diesem wurde der Bau für das eine Gleis vollständig fertiggestellt und dann im Abstand von etwa 6 m Firststollen quer unter der Straße in Höhe der künftigen Tunneldecke vorgetrieben. In ihnen wurde die Straße durch **I**-Träger abgestützt, die an einem Ende auf der fertigen Tunneldecke, am anderen mittels einer Unterschwellung auf dem Felsen aufruhten. Durch weiteren Aufbruch wurde so der Raum für das zweite Gleis freigelegt und dabei die Straße durch zwischen die ersten Träger im Abstand von 1,50 m eingebaute Träger mit Zimmerung abgesteift. Beim Vortreiben der Träger dienten die aus der Abb. 5 Bl. 50 zu ersehenden Zwillings-**I**-Eisen als vorläufige Unterstützung. Nach Fertigstellung des Tunnels für das zweite Gleis wurde in gleicher Weise der dritte Gleisraum freigelegt usf. Der über der fertigen Tunneldecke frei werdende Raum wurde, um Sackungen zu vermeiden, mit Steinpackungen ausgefüllt. Wir konnten uns aber davon überzeugen, daß Sackungen doch in erheblichem Maße vorgekommen sind, und wenn dadurch der Verkehr auch nicht unterbrochen worden ist, so ist doch eine Neuherstellung des Straßendammes nötig geworden. Im übrigen hat sich die Bauausführung bei den schwierigen Verhältnissen gut bewährt.

Nebenarbeiten. Die Bauausführung der Unterpflasterbahn verursachte eine Unsumme von Nebenarbeiten, von denen wir aber nur die wichtigsten kurz erwähnen können.

Die Straßenbahnen machten mehr Schwierigkeiten als in anderen Städten, weil nicht nur die Schienen, sondern auch der zwischen ihnen liegende Kanal für die unterirdische Stromzuführung abgesteift und stets in gegenseitig genau richtiger Lage erhalten werden mußten. Meist wurden Schienen und Kanal in einen großen Betonklotz eingebettet, der während der Bauausführung durch Querbalken getragen wurde, aber auch durch Schwellenstapel und durch kleine Mäuerchen, die aus an Ort und Stelle gewonnenen Bruchsteinen aufgebaut wurden und vielfach über der fertigen Tunneldecke erhalten blieben. Das Straßenbahngleis erhielt durch den Betonkörper eine wesentliche Verstärkung, doch hat die Straßenbahn-Gesellschaft zu den Kosten nichts beigetragen. Im übrigen wurden die alten Schienen wieder verlegt, und wir mußten uns oft wundern, wie man in die neuhergestellten Straßendämme die alten Schienen mit den heruntergefahrenen Stößen wieder einbauen konnte.

Von den Straßenleitungen verursachten die, bei denen eine Veränderung der Höhenlage möglich war, noch verhältnismäßig einfache Arbeiten, dazu gehörten die Leitungen für Gas, Wasser, Druckluft, Rohrpost und Elektrizität, unter diesen Kabel mit Strom von 6500 Volt Spannung. Die in der Längenrichtung der Bahn verlaufenden Leitungen wurden vor Inangriffnahme des Baues möglichst weit nach der Seite verlegt, besonders die Druckwasserrohre, um bei einem Bruch den Tunnel nicht zu gefährden; wo sich dies nicht ermöglichen ließ, wurden die Tunnelwände verstärkt, so erhielt z. B. an der Station an der 14. Straße, an der ein Druckrohr von 36 cm dicht an dem Tunnel vorbeiführt, die Seitenwand eine Stärke von 2,40 m. Die die Bahn kreuzenden Leitungen mußten während des Baues an Hilfs-Tragewerken aufgehängt werden, welche die Baustelle oft sehr beengten, und an wichtigen Straßenkreuzungen konnte man glauben, ein Heer von Schlangen sei über die neue Bahn hergefallen, um sie in ihren Umschlingungen zu erdrücken. Soweit es irgend möglich war, wurden alle Leitungen über die Bahn übergeführt; war hierzu nicht genug Höhe über der Tunneldecke vorhanden, so löste man größere Rohre in mehrere kleinere auf, und wo auch dies nicht genügte, baute man wie bei der Tiefbahn in Berlin besondere Rohrkästen in die Decke ein, indem man in einem oder mehreren Feldern zwischen den Deckenträgern die Betonkappen fortließ und durch eine nur 8 cm starke, aus kleinen **I**-Trägern gebildete Decke ersetzte. Konnte man auch so noch nicht genügend Raum gewinnen, so wurden an den unteren Flanschen der Deckenträger Tonnenbleche eingespannt. Wenn es ganz unmöglich war, die Leitungen über die Bahn hinwegzuführen, so wurden unter der Bahn begehbare Kanäle aus Beton erbaut. Um diese recht kostspielige Bauart vollständig zu vermeiden, hat man, wie früher schon erwähnt, bei den späteren Bauten in Brooklyn den Zwischenraum zwischen Straße und

Tunneldecke von 78 cm auf 1,80 m vergrößert und damit auch genügend Höhe gewonnen, um über der Bahn einen Längskanal zu erbauen, der alle Leitungen aufnehmen kann.

Größere Schwierigkeiten verursachten die Rohre für die Entwässerung, da an ihrer Höhenlage vorübergehend kaum etwas geändert werden konnte. Auch hier wurden, soweit wie irgend möglich, alle Änderungen vor dem Bau der Bahn ausgeführt. Die in der Längenrichtung der Bahn liegenden Kanäle größeren Durchmessers wurden meist in benachbarte Parallelstraßen verlegt; für die Hausanschlüsse wurden, um die vielen Kreuzungen der Bahn zu vermeiden, zu ihren beiden Seiten Stammleitungen erbaut. Die die Bahn kreuzenden Kanäle wurden meist unterführt, da sie aber nur 4 m tief liegen, die Tunnelsohle dagegen mindestens 5,50 m, so mußten sie fast sämtlich gesenkt werden. Dücker sind hierbei jedoch mit einer Ausnahme vermieden worden; man legte vielmehr von der Kreuzungsstelle das ganze Rohr mit möglichst geringem Gefälle auf eine so große Strecke tiefer, bis man eine günstige Ausmündung an ein bestehendes entsprechend tief liegendes Rohr fand. Die Kanäle wurden, nachdem verschiedene andere Bauweisen angewendet worden waren, seit 1901 fast ganz aus Beton erbaut; dies ermöglichte im Vergleich zu Mauerwerk raschere Bauausführung, durchweg glatte Oberflächen und vollständig geschweifte knicklose Übergänge an den Einmündungsstellen. Der an einer Stelle ausgeführte Dücker ist in Abb. 13 u. 14 Bl. 50 dargestellt. Der Kanal ist, um die Tiefe zu verringern und eine Reinigung ohne Betriebsstörung vornehmen zu können, in zwei Rohre aufgelöst, die aus einem schmiedeeisernen in Beton verlegten Mantel bestehen. Beiderseits des Tunnels sind Einsteigschächte angeordnet, die auf die Reinigungskammern münden.

Die Kosten für alle Änderungen an Straßenleitungen hatte die Unternehmergesellschaft zu tragen; konnte bei den Verhandlungen mit den verschiedenen Besitzern keine Einigung erzielt werden, so hatte der Oberingenieur des Schnellverkehrsausschusses das Recht der endgültigen Entscheidung. Es sei noch erwähnt, daß bei den Hausanschlüssen für jeden entstehenden Wassersack eine Summe von 630 ℳ gezahlt wurde, die den kapitalisierten Mehrkosten für Reinigung und Unterhaltung entsprechen soll.

Die angrenzenden Gebäude verursachten manche besondere Arbeiten; so mußten vor allem viele Vorkeller, die in die Straße hineinragten, umgebaut und viele Hausgrundmauern vertieft werden. Häufig waren die Säulen der Hochbahn während des Baues abzusteifen und später auf der entsprechend verstärkten Tunneldecke neu aufzustellen. Am Columbus-Circle unterfährt die Bahn das Denkmal des Entdeckers, dessen Grundmauern in Tunnelausführung bis unter die Sohle der Tiefbahn vertieft wurden, ohne daß sich an den gewaltigen Granitmassen auch nur die geringste Senkung zeigte. Mehrfach wurden an Straßenecken die Keller von den Eckhäusern angeschnitten, und an zwei Stellen wurden gleichzeitig mit der Bahn neuzeitliche Geschäftsgebäude, d. h. Himmelskratzer errichtet. Bei dem in Abb. 15 Bl. 50 dargestellten Gasthofgebäude liegen die Grundmauern des mit vier Kellergeschossen versehenen Bauwerks 8,50 m unter S.O. der Tiefbahn, die die Stelle der zwei oberen Keller einnimmt, und über der Bahn türmen sich dann noch 21 (einundzwanzig) Stockwerke auf. An einem anderen Platz errichtete eine bedeutende Tageszeitung ein ähnliches Gebäude mit 23 Stockwerken über und 5 unter der Erde, von denen gleichfalls ein Teil der beiden oberen von der Bahn eingenommen wird. Die ganze Höhe des Riesenbaues beträgt 115 m über und 15 m unter der Erde; die tiefen Keller unter der Bahn sollen die Druckerei aufnehmen. Damit sich die von der Bahn erzeugten Schwingungen nicht auf die Gebäude übertragen, sind alle Bauteile, besonders die Grundmauern und die eisernen Pfeiler vollständig voneinander getrennt. Von dem Gewirr von Eisen, das in solcher Baustelle, z. B. an der Ecke der 4. Avenue mit der 42. Straße steckt, kann man sich kaum eine Vorstellung machen.

2. Die gewölbten Tiefbahnstrecken.

An mehreren Stellen war man gezwungen, von dem Grundsatz, die Bahn möglichst dicht unter der Straße als Unterpflasterbahn auszuführen, abzuweichen, da einzelne Bodenwellen eine tiefere Lage der Bahn erwünscht machten, um starke verlorene Steigungen zu vermeiden. An solchen Stellen erhielt die Bahn den bei Eisenbahnen üblichen Tunnelquerschnitt mit gewölbter Decke, dessen Bauausführung wenig Bemerkenswertes bietet. Man wendete, wenn genügend Höhe vorhanden war, ein halbkreisförmiges Gewölbe an mit einem Halbmesser von 3,80 m für die zweigleisige Strecke. Gewölbe und Seitenwände wurden ganz aus Beton hergestellt, dessen Stärke je nach der Art des Bodens und der Tiefe der Bahn sehr wechselte. Zwischen der 33. und 41. Straße mußte die viergleisige Bahn unter einer Bodenwelle hindurchgeführt werden, in der bereits unter der Straße ein zweigleisiger, früher von der Eisen-, jetzt von der Straßenbahn benutzter Tunnel liegt. Da es gefährlich schien oder wenigstens eine sehr schwierige Bauausführung bedingt hätte, unmittelbar unter diesem Tunnel einen zweiten (noch dazu für vier Gleise) anzulegen, so wurde die viergleisige Bahn in zwei zweigleisige Tunnel aufgelöst, die mit einem Abstand von 12,40 m von Mitte zu Mitte unter dem bestehenden Tunnel zu seinen beiden Seiten liegen. Die Gewölbe sind zur Verringerung der Höhe korbbogenförmig und 47 bis 78 cm stark, bei ungünstig einfallenden Felsschichten hat die Decke eine Verstärkung durch Eiseneinlagen erhalten. In den Scheitel wurden im Abstand von 9 bis 15 m senkrechte Röhren eingebaut, durch die hindurch nach Fertigstellung des ganzen Tunnels flüssiger Zement gepumpt wurde, um alle beim Hinterpacken nicht ordentlich ausgefüllten Stellen zu schließen. — In diesem Tunnel ereignete sich ein Felseinsturz, durch den der Unternehmer dicht neben dem Oberingenieur getötet wurde.

Auch die tiefer gelegenen Strecken der Zufahrrampen zu den beiden Unterwassertunneln sind zum Teil mit gewölbter Decke ausgeführt worden. Bemerkenswert ist hier der Bauvorgang am Harlem, bei dem man die Bahn in offener Baugrube ausführte, da das Gelände noch unbebaut war. Der zweigleisige Tunnel besteht, wie Abb. 10 Bl. 50 zeigt, ganz aus Beton und ist in eine wasserdichte Schicht eingehüllt, die noch durch eine Lage in heißem Asphalt verlegter Steine verstärkt ist; in den Seitenwänden sind diese durch eiserne Haken mit dem Beton fester verbunden. Das Gewölbe ist an der Unterseite durch 20 mm starke, in Abständen von 47 cm liegende Stahlbänder verstärkt. Die Sohle

ist, um dem Wasserdruck von unten besser zu widerstehen, gewölbt, über ihr liegt eine starke Platte mageren Betons, in den in der Mitte die zur Aufnahme der elektrischen Leitungen dienenden Terrakottaröhren eingebettet sind. Der Tunnel wurde zwischen Spundwänden ausgeführt, die trotz eines Wasserdruckes von beinahe 15 m Höhe dicht hielten, zur größeren Sicherheit waren sie durch Querbalken abgesteift, die durch Taucher eingebracht und befestigt wurden.

3. Die Unterwassertunnel.

Die beiden Tunnel unter dem Harlem und dem East River sind wie der Spreetunnel bei Berlin und die neuen Tiefbahnen in London als eiserne Röhrentunnel ausgebildet.

Bei der Unterfahrung des Harlem beabsichtigte man zunächst, die beiden Gleise in zwei vollständig getrennten Röhren mittels Brustschildes und unter Druckluft auszuführen. Später aber entschloß man sich auf Vorschlag des Unternehmers, den Bau mittels Bodenaushubes von oben her zu wagen, und um hierbei an Aushub- und Betonmassen zu sparen, legte man die beiden Röhren mit einer senkrechten Zwischenwand unmittelbar nebeneinander, so daß der in Abb. 16 Bl. 50 dargestellte Querschnitt entstand. Dieser besteht für jede Tunnelhälfte aus sieben Ringstücken, die von einem großen einheitlichen Betonkörper umgeben sind. Die aus Gußeisen bestehenden Ringstücke sind etwa 3 cm stark und haben zur Verbolzung untereinander an allen vier Seiten Flanschen von 3,3 cm Stärke und zur Verstärkung nach innen vortretende Rippen. Die Stoßfugen sind durch Papiereinlagen gedichtet und die inneren Wandungen mit Beton fetter Mischung verkleidet. Die elektrischen Leitungen sind in zwei senkrechten, zu beiden Seiten der Zwischenwand liegenden Reihen durchgeführt.

Da durch die Bauausführung die Schiffahrt nicht unterbrochen werden durfte, wurde der Bau in zwei Teilen so ausgeführt, daß immer die eine Hälfte des Flusses für die Schiffahrt frei blieb. Zuerst wurden zu beiden Seiten des späteren Tunnels die aus Abb. 7 Bl. 51 zu ersehenden Arbeitsplattformen auf eingemauerten Pfählen erbaut, dann wurden die Längswände der Baustelle mit einer etwa 30 cm starken Spundwand eingefaßt und die Stirnwände an der Landseite und in der Mitte des Flusses durch Fangedämme geschlossen, worauf das Ausbaggern unter Wasser erfolgte. In der Baugrube wurden eine Reihe Pfähle geschlagen, die ebenso wie die Spundwände von Tauchern in gleicher Höhe abgeschnitten wurden. Auf diese wurde eine schwimmend eingebrachte Abdeckung versenkt, die, wie Abb. 6 Bl. 51 zeigt, aus drei Lagen 30 cm starker Balken bestand. Dadurch war ein nach allen Seiten geschlossener Hohlraum geschaffen, zu dem durch die Decke vier Schleusen führten, je eine für die Arbeiter, die Einfuhr der Baustoffe, die Ausfuhr des Bodens und eine besondere zum Einbringen der Eisenteile für den Tunnelmantel. Drei Luftdruckpumpen hielten das Wasser ab, doch kam man meist mit einem so geringen Druck aus, daß die Arbeiter acht Stunden mit einer halben Stunde Pause arbeiten konnten. Die Verluste an Druckluft waren, trotzdem der Abschluß nur aus Holz bestand, sehr gering, man konnte kaum aufsteigende Blasen entdecken. Das zuströmende Wasser und ein Teil des Bodens wurden durch eine Kreiselpumpe nach oben befördert.

Der East River-Tunnel gehört zu der erst im Jahre 1901 beschlossenen Erweiterung der Stadtbahn nach Brooklyn, deren wesentlichsten Teil er bildet. Der Untergrund des hier 1250 m breiten und bei H. W. 14 m tiefen Meeresarmes besteht auf der Neuyorker Seite bis zur Mitte aus brüchigem, wasserführendem Felsen, auf der Brooklyner Seite aus Sand. Die Sohle des von beiden Enden mit 31 vT. = 1 : 32,3 fallenden Tunnels liegt an der tiefsten Stelle 29 m unter H.W. Zuerst beabsichtigte man für die zweigleisige Bahn einen Kanal in der Flußsohle auszubaggern und den Tunnel in einzelnen an Land fertiggestellten Stücken zu versenken. Man kam hiervon aber bald ab, weil das Kriegsministerium eine auch während des Baues offen zu haltende Wassertiefe von 13,70 m verlangte und weil die Bauausführung bei dem lebhaften Schiffsverkehr, den starken Wasserströmungen und den großen Verschiedenheiten in Tiefe und Bodenverhältnissen recht gefährlich und schwierig geworden wäre. Man wählte daher tunnelmäßige Bauausführung mit je einem besonderen Tunnel für jedes Gleis. Den in Felsen liegenden Teil wollte man zuerst aus Beton mit einer schmiedeeisernen Verstärkungseinlage erbauen, man wählte aber schließlich doch für den ganzen Tunnel die Bauart mit einem gußeisernen

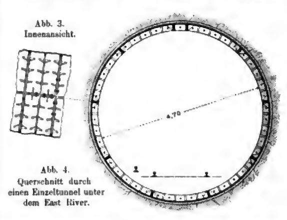


Abb. 3. Innenansicht.

Abb. 4. Querschnitt durch einen Einzeltunnel unter dem East River.

Mantel. Dieser besteht, wie Text-Abb. 3 u. 4 zeigt, aus neun je 55 cm langen Ringstücken und einem kleinen Kopfstück, das infolge seiner schrägen Flanschen keilartig wirkt. Die Platten sind 30 mm, die Flanschen und Verstärkungsrippen 33 mm stark, von letzteren hat eine ein Loch, um die Handhabung der schweren Stücke beim Einbauen zu erleichtern. Mit der Bauausführung war zur Zeit unserer Anwesenheit (Juli 1903) gerade begonnen worden. Auf beiden Ufern war ein für beide Tunnel gemeinsamer Schacht gesenkt, von dem aus auf der Neuyorker Seite mit Firstaufbruch und Zimmerung ohne Anwendung von Druckluft vorgegangen wurde. Die gelösten Massen wurden in den Wagenkästen der in jedem Tunnel verlegten Schmalspurbahn durch den Schacht mittels Dampfkrans gehoben und über eine besondere aus Holz erbaute Hochbahn zum Ufer gebracht, von wo sie in Schiffe gestürzt und dann im Hafen 24 km von der Küste versenkt wurden. Der Wasserandrang durch den brüchigen Felsen war am Schacht schon recht bedeutend, und die bauleitenden Ingenieure glaubten, daß man sehr bald genötigt sein werde, den Schild einzubauen und unter Druckluft zu arbeiten; die hierzu erforderlichen Maschinen von 700 PS. wurden bereits aufgestellt.

B. Die Hochbahn.

Die Hochbahnstrecken bilden nur einen kleinen und verhältnismäßig unwichtigen Teil der ganzen Anlage. Sie liegen in den nördlichen noch wenig angebauten Stadtteilen von Neuyork, in denen eine Belastung der Straßen durch eine eiserne Hochbahn noch zulässig schien und die bedeutend höheren Baukosten für eine Tiefbahn sich nicht rechtfertigen ließen. Außerdem liegt in der nordwestlichen Seitenlinie zwischen zwei Tiefbahnstrecken ein kurzes Stück Hochbahn an der Durchkreuzung des tiefeingeschnittenen Manhattan-Tales (vgl. den Längenschnitt Abb. 1 Bl. 50).

Man beabsichtigte zuerst, den Unterbau der Hochbahn zunächst auf zwei Gleise einzurichten, alle Trageteile aber so stark zu machen, daß eine Erweiterung auf vier Gleise bequem ausführbar war; einzelne Teilstrecken sollten aber von Anfang an drei- oder viergleisig hergestellt werden. Nach langen Verhandlungen wählte man den Mittelweg und führte unter Verzicht auf eine Erweiterungsmöglichkeit die ganze Hochbahn dreigleisig aus; das dritte — mittlere — Gleis wird von Schnellzügen befahren, die, wie oben besprochen, in den Stunden des stärksten Berufverkehrs in gleicher Richtung mit diesem verkehren. Der eiserne Unterbau zeigt den älteren amerikanischen Hochbahnen gegenüber in den Einzelheiten große Verbesserungen, in der gesamten Anordnung und der statischen Wirkungsweise hat man sich aber von dem Altbergebrachten kaum frei gemacht und sich die großen Vorzüge entgehen lassen, die die elektrische Hochbahn in Berlin so auszeichnet. Bei dem regelmäßigen Unterbau sind nach Abb. 8 Bl. 51, wie in Amerika üblich, für jedes Gleis zwei Blechträger angeordnet, die an dem einen Auflager mit der tragenden Säule unmittelbar oder durch den Querträger fest vernietet und am anderen beweglich gelagert sind. Diese Bauart hat vor allem den Grundfehler, daß die wagerecht wirkenden Kräfte sehr schlecht aufgenommen werden; die festen Verbindungen zwischen Längsträger und Säule werden zu stark angegriffen und die Niete rasch losgerüttelt, die Säulen werden als unten eingespannte Stützen beansprucht, sie müssen daher am Fußpunkt die größten Momente aufnehmen, hier also den größten Querschnitt haben und müssen mit den bedeutend zu verstärkenden Grundmauern durch Anker fest verbunden werden, die sich im Betriebe leicht lockern und das Mauerwerk zerstören. Alle diese Fehler sind bei der Hochbahn in Berlin bekanntlich dadurch vermieden, daß in jedem zweiten Feld die beiden Längsträger mit den vier Säulen in der Längen- und Querrichtung zu einem starren statischen Gebilde — einem Tisch — verbunden sind.

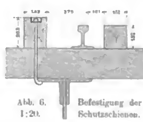


Abb. 5. Eisengerüst der Hochbahn.

Alle Verbindungsstellen sind vernietet, die früher in Amerika so beliebten Bolzenverbindungen hat man hier vollständig verlassen, sie werden auch bei sonstigen Brücken, außer bei großen Spannweiten, nicht mehr angewendet. Die längenbewegliche Auflagerung der Träger ist für einen Wärmeunterschied von 65° C. berechnet und nach der in Abb. 9 bis 11 Bl. 51 dargestellten Weise ausgeführt, die uns vielleicht nicht ganz einwandfrei vorkommt. An den Querträger ist ein bis etwa zur halben Höhe reichendes Konsol angenietet, das aus zwei Winkel- und zwei Flacheisen besteht, hierauf ruht eine Halbwalze und auf dieser der Längsträger, dessen oberer Teil durch vier aufgelegte Platten verstärkt ist; die Halbwalze ist durch zwei Winkeleisen seitlich gedeckt. Die Säulen haben einen Querschnitt aus einem Stehblech, vier Winkel- und zwei [-Eisen erhalten, letztere sind für die Bahn besonders gewalzt worden und haben, um Verletzungen möglichst zu vermeiden, abgerundete Ecken erhalten. Die Träger sind bis zu einer Länge von 42,50 m als Blechträger ausgeführt worden, weil diese Gitterträgern gegenüber einfacher und billiger für die Unterhaltung sind, und haben dabei Höhen bis zu 4,3 m erhalten. Der gemeinsame Querverband für die drei Gleis-Tragewerke besteht nur aus den über den Säulen liegenden Querträgern und gelegentlichen Quersteifen, im übrigen hat jedes Gleis für sich einen dreieckförmigen Windverband erhalten. Der statischen Berechnung ist ein Wagenzug zugrunde gelegt, der aus vierachsigen Drehgestellwagen von 14 m Länge mit einem Achsdruck von 12 t besteht. — Bei größerer Höhe hat man diese Anordnung doch nicht für genügend stark gehalten, um die wagerechten Kräfte aufzunehmen, und man hat daher Ankerjoche gebildet, indem man meist in jedem zweiten Feld sämtliche Säulen durch wagerechte Gitterträger und Schrägstäbe gegenseitig versteift hat, wie Text-Abb. 5 und Abb. 1 u. 2 Bl. 51 zeigen.

Die Fahrbahntafel ist weder wasserdicht noch schalldämpfend, die hölzernen Querschwellen liegen vielmehr wie

bei den anderen Hochbahnen in Amerika auf den Hauptträgern unmittelbar auf. Die Schwellen, die 21 · 21 cm stark sind, bestehen aus Yellowpineholz von Florida, sie liegen nach amerikanischem Gebrauch sehr dicht, beträgt der Abstand von Mitte zu Mitte doch nur 47 cm. Jede Schiene hat eine innere und äußere hölzerne Schutzschiene, von denen bei Entgleisungen also immer zwei in Wirkung treten; diese etwas reichliche Anordnung soll auch dazu dienen, den ganzen Oberbau steifer zu machen. Die Befestigung der Hölzer auf den Eisenteilen geschieht wie in Text-Abb. 6 mit Hakenschrauben, deren Muttern stets an der Oberseite liegen, um das Nachziehen zu erleichtern, und die mittels besonderer Töpfchen in das Holz eingelassen sind, damit keine Vorsprünge entstehen, die zu Unglücksfällen Veranlassung geben könnten.


Abb. 6. Befestigung der Schutzschienen. 1:20.

Zwischen je zwei Gleisen liegt ein Bohlenweg für die Streckenarbeiter.

Abb. 7. Allgemeine Anordnung einer Lokalzug-Haltestelle der Tiefbahn.

a Handleiste zur Trennung von Ein- und Ausgang.

Das bemerkenswerteste Bauwerk der Hochbahn ist die Überschreitung des Manhattan-Tales mit der in Text-Abb. 11 dargestellten, aus drei Hauptträgern bestehenden Zweigelenkbogenbrücke, die lebhaft an deutsche Brücken erinnert. Der Aufbau der drei Bogen erfolgte, um den Straßenverkehr nicht zu unterbrechen, in drei Teilen: zuerst wurden die beiden Seitenteile aufgestellt und dann wurde mit zwei großen Kranen das Mittelstück hochgewunden, das durch starke Hölzer gegen Verbiegungen gesichert war. Die Widerlager sind zur Aufnahme des wagerechten Schubes in recht geschickter Weise mit den Grundmauern der nächsten Säulenreihe durch zwischengespannte, im Boden liegende Gewölbe verbunden. (Die Text-Abb. 11 zeigt im Hintergrund die Überführung der Uferstraße über das Manhattan-Tal, ein wenig glückliches Bauwerk, bei dem der Steingewölbebau in Eisen nachgeahmt ist.)

Abb. 8. Zugang mittels Quertunnels. Querschnitt.

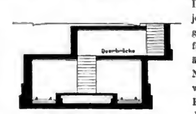

Abb. 9. Zugang mittels Querbrücke. Querschnitt.

Abb. 10. Grundriß.

Abb. 8 bis 10. Anordnung des Zuganges zum Inselbahnsteig der Tiefbahn-Haltestellen.

IV. Die Stationsanlagen.

Die mittlere Entfernung der Haltestellen voneinander ist bei der neuen Bahn kleiner als bei den meisten bestehenden Stadtbahnen. Der mittlere Stationsabstand beträgt z. B.:

bei der elektrischen Stadtbahn in Berlin . . 900 m
„ „ Schwebebahn in Elberfeld . . . . 700 „
„ „ Central Londonbahn . . . . . . 800 „
„ „ Hochbahn in Boston . . . . 740 „.

In Neuyork haben die Stationen der Stammlinie eine durchschnittliche Entfernung von 500 m, die nur noch von der der Schleifenhochbahn in Chicago mit 300 m und der Tiefbahn in Boston mit 350 m unterschritten wird; beide Bahnen sind aber sehr kurz und liegen im dichtesten Geschäftsviertel. Auf den drei Seitenlinien beträgt der Stationsabstand 800 bis 870 m, doch ist die spätere Anlage weiterer Haltestellen beabsichtigt. Die größte Strecke zwischen zwei Stationen bildet mit 2400 m Länge die Unterfahrung des East River. Die Schnellzugstationen auf der Stammlinie haben eine durchschnittliche Entfernung von 2500 m.

Die Gleisanlagen sind sehr einfach, da meist die Hauptgleise glatt durchgeführt sind. Weichenverbindungen vor den Stationen gestatten bei Betriebsstörungen den Übergang auf das andere Gleis, auf der Stammlinie besonders das Übergehen von Zügen zwischen dem Lokal- und Schnellzuggleis derselben Fahrrichtung. Die dreigleisigen Strecken haben in der Regel die in Abb. 11 Bl. 50 dargestellte Gleisanordnung erhalten. Der das mittlere Gleis benutzende Schnellzug kann also entweder ohne Aufenthalt glatt durchfahren oder, wenn er halten soll, zur Vorfahrt am Bahnsteig auf Gleis I oder III übergehen, um dann auf Gleis II die Fahrt fortzusetzen. Diese Anordnung ist jedenfalls zweckmäßiger und leistungsfähiger als die auf den älteren Hochbahnen in Neuyork häufig angewendete und in Abb. 12 Bl. 50 dargestellte, bei der die Schnellzüge in den Stationen, einerlei ob sie Aufenthalt haben oder nicht, unbedingt auf das äußere Gleis übergehen müssen. Nebengleise sind nur an wenigen Stationen vorgesehen; sie dienen zum Aufstellen wendender Züge, so z. B. an der City-Hall (vgl. Abb. 17 Bl. 50) und zum Beiseitesetzen laufunfähiger Züge, z. B. bei der Station an der 14. Straße. Zum Aufstellen der Wagenzüge während der Betriebspausen sind an mehreren Stellen Abstellbahnhöfe angeordnet; so ist die nordwestliche Seitenlinie auf eine Strecke von 600 m Länge auf acht Gleise verbreitert, von denen die sechs mittleren zum Aufstellen von 150 Wagen dienen; für einen Abstellbahnhof an der nordöstlichen Seitenlinie hat man ein am Harlem liegendes noch unbebautes

Gelände gewählt und dadurch die in Bau und Betrieb sehr teure Anlage eines unterirdischen Bahnhofs vermieden, aber allerdings in den Verbindungsgleisen eine Steigung von 40 vT. = 1 : 25 anwenden müssen. Zum Aufstellen der Züge dient außerdem das mittlere Gleis der dreigleisigen Strecke, auf dem vor allem die auf ihm verkehrenden Schnellzüge Unterkunft finden.

Besondere Beachtung verdienen die beiden Schleifen an der City-Hall und der Battery (vgl. Abb. 17 Bl. 50), die den von Norden kommenden Zügen das Wenden ohne Richtungswechsel gestatten.

Die Bahnsteige sind zum kleinern Teil als Insel-, zum weitaus größeren aber als Außensteige angelegt, sie zeigen also nicht die vollständige Gleichmäßigkeit, die man bei einer Stadtbahn wünschen müßte; doch kann man hieraus den Erbauern bei der großen Verschiedenheit in den Betriebsansprüchen keinen Vorwurf machen. Wie gesagt, sind in der Regel Außenbahnsteige angewendet worden, wie auch bei den neuen Stadtbahnen in Berlin, Elberfeld, Wien und Paris. Das verwundert nicht in Amerika, einem Lande, in dem schon von jeher Außensteige für Stadtbahnen bevorzugt wurden, aber es ist doch höchst bemerkenswert, daß jetzt selbst die Amerikaner und zwar auf Grund sehr reiflicher Untersuchungen zu der altbewährten Anlage von Inselsteigen hinneigen, wie wir sie auf den Berliner Stadt- und Vorortbahnen haben. Ohne die Vorzüge von Außensteigen — die vor allem in dem einfacheren Bau, der geraden Durchführung der Hauptgleise und der bequemen Möglichkeit einer Verlängerung der Bahnsteige bestehen — zu verkennen, verschließen sie sich doch nicht gegen die Vorteile der Inselsteige, vor allem der einfachere Betrieb und die Ersparnis an Beamten und Bahnsteigausrüstung, und man hätte wohl Inselsteige als Regel gewählt, wenn dies nicht gerade bei Unterpflasterbahnen und oft auch bei Hochbahnen große Schwierigkeiten in der Anordnung der Zugänge ergäbe. Um nämlich von der seitlich im Bürgersteig liegenden Zugangtreppe zu dem Inselbahnsteig zu gelangen, muß das eine Gleis unbedingt gekreuzt werden, hierbei erfordert eine Querbrücke nach Text-Abb. 9 eine sehr tiefe Lage der Station, die für Bau und Verkehr nicht erwünscht ist, und bei hoher Lage der Station erfordert der dann notwendig werdende Quertunnel nach Text-Abb. 8 u. 10 verlorene Steigungen.


Abb. 11. Überführung der Hochbahn über die Manhattan-Straße.

Mit Außenbahnsteigen sind fast alle Haltestellen der zwei- und der dreigleisigen Strecke und alle Stationen für Lokalzüge an der viergleisigen Stammlinie ausgerüstet; nach demselben Grundsatz sind die beiden Stationen an den Wendeschleifen angelegt, sie haben also nur einen und zwar rechts von der Fahrrichtung liegenden Bahnsteig erhalten (vgl. Abb. 17 Bl. 50). Eine wesentliche Abweichung zeigen die Doppelstationen der viergleisigen Strecke, in denen jedes Gleis eine Bahnsteigkante erhalten mußte und der Umsteigeverkehr zwischen Lokal- und Schnellzug derselben Fahrrichtung möglichst bequem zu machen war. Beide Forderungen ergaben folgerichtig die Anlage von zwei Inselsteigen; um aber eine möglichst rasche Abfertigung der Lokalzüge zu gewährleisten, haben diese meist noch einen besonderen Außensteig erhalten (vgl. Text-Abb. 13).

Die Außenbahnsteige haben eine Breite von mindestens 3,05 m, die aber an den Einmündungen der Zugangstreppen auf 5,50 m und mehr vergrößert ist. Die Inselsteige sind etwa 5,50 m von Kante zu Kante oder 8,40 m von Gleismitte zu Gleismitte breit. Der Abstand von Bahnsteigkante bis zur Gleismitte beträgt 1,44 m, die Höhe über S.O. 1,10 m, wie allgemein in Amerika bei Stadtbahnen üblich.

Die Treppen liegen in der Regel in der Mitte der Bahnsteige und münden meist am Schnittpunkt einer Querstraße auf die Bürgersteige. In allen wichtigeren Stationen sind für Zu- und Abgang getrennte Treppen vorgesehen, hierbei liegen, wie Text-Abb. 7 zeigt, die Eingangstreppen immer möglichst nahe an der Hauptstraße und an der Straßenecke, während die Ausgangstreppen oft ziemlich entfernt in der Nebenstraße ausmünden. Die Treppen sind, wenn sie nur in einer Richtung benutzt werden, oft nur 1,80 m breit, was uns wohl etwas schmal vorkommt, aber im Vergleich zu vielen Zugängen bei anderen amerikanischen Stadtbahnen reichlich ist. Bei Stationen mit sehr großem Höhenunterschied sind außerdem Aufzüge angeordnet, und bei einer sehr hochliegenden Station der Hochbahn hat man mit einer beweglichen Treppe einen Versuch gemacht.

Nach dem Vorbild von Chicago haben auch in Neuyork einzelne große Geschäfte unmittelbare Zugänge von Stationen erhalten, die auf Kosten der Geschäftsinhaber erbaut und unterhalten werden. Ein großes Warenhaus hat sich dabei nicht gescheut, die Kosten für einen unter der Bahn herführenden Personentunnel aufzuwenden.

Die **Fahrkartenausgaben** liegen meist in Bahnsteighöhe, unmittelbar hinter ihnen ist die Bahnsteigsperre angeordnet, die Ausgänge sind in der Regel geschlossen und werden nur nach Ankunft eines Zuges geöffnet. Die meisten Haltestellen sind innerhalb der Sperre mit **Aborten** ausgerüstet. — Die Verunzierung der Stationswände mit Geschäftsanzeigen soll nicht geduldet werden; ob dies löbliche Streben, an dem wir uns übrigens ein Beispiel nehmen könnten, aber lange anhalten wird in dem „Lande der Reklame", ist sehr zu bezweifeln.

Die Stationen der **Tiefbahn** weichen in ihrer baulichen Anlage von der freien Strecke wenig ab; man hat sich im Gegenteil bemüht, alles so gleichmäßig wie möglich zu machen, mußte aber doch eine Reihe von Abänderungen vornehmen. Die auf den Bahnsteigen stehenden Deckenstützen stehen nicht in dem sonst gewählten kleinen Abstand von 1,50 m, und es mußten daher, wie aus Abb. 12 Bl. 51 zu ersehen ist, zur Unterstützung der Decken-Querträger besondere Längsträger über den Bahnsteigsäulen angeordnet werden; man kam hier also zu einer Bauart, wie sie bei der elektrischen Tiefbahn in Berlin durchweg angewandt ist. Leider hat man diese Bauweise für die zwischen den Gleisen stehenden Säulen nicht angewendet, sondern die kleinen Abstände von 1,50 m beibehalten, und dadurch entsteht ein sinnverwirrender Wald von Säulen. Auf den Bahnsteigen sind ferner die schmiedeeisernen Säulen durch runde gußeiserne ersetzt worden, um Verletzungen vorzubeugen. Der Abstand zwischen Bahnsteigkante und Säule beträgt oft nur 60 cm und damit der Abstand von Gleismitte und Säule nur 2,04 m, während z. B. auf der elektrischen Stadtbahn in Berlin ein Mindestmaß von 2,50 m (für Hauptbahnen in Deutschland 3 m) vorgeschrieben war; man muß aber bedenken, daß der Bewohner Neuyorks durch die dicht neben der Straßenbahn stehenden Säulen der Hochbahn zur Aufmerksamkeit erzogen ist.

Die **Bahnsteige** bestehen aus Beton, der in der oberen Schicht eine besonders gute Mischung erhalten hat. Sie sind mittels einer Beton-Eisen-Bauart gegen das Gleis um 48 cm vorgekragt; der entstehende Hohlraum hat den Zweck, daß Leute, die etwa kurz vor dem einfahrenden Zug auf das Gleis stürzen, sich retten können — eine ähnliche Anordnung findet sich auf den in Paris einmündenden Vorortlinien der Orléansbahn.

Wo irgend möglich, haben die Stationen natürliche **Beleuchtung** erhalten unter Anwendung einer in Amerika für begehbare Oberlichte sehr verbreiteten Bauart. Die Glaskörper sind, wie Abb. 4 Bl. 51 zeigt, schwach kegelförmig mit einem Durchmesser von 72 mm und einer Höhe von 56 mm, sie sind an der Unterseite zur besseren Brechung des Lichtes halbkugelförmig ausgehöhlt und haben drei ringsherum führende Rippen. Sie werden in fetten Beton verlegt, der durch kreuz- und quergehende 5 mm starke Eiseneinlagen verstärkt wird. Die so entstehende Platte wird von I-Trägern getragen, zwischen die kleinere I-Eisen oder Beton-Eisen-Balken als Querträger eingelegt werden (vgl. Abb. 3 u. 5 Bl. 51). Die Bauart dieser Oberlichte, die oft den ganzen Bürgersteig einnehmen, hat sich in Amerika gut bewährt, und die Beleuchtung ist so wirkungsvoll, daß an manchen Stationen während des Tages auf künstliche Lichtquellen verzichtet werden kann. Letztere bestehen meist aus Glühlampen, die in Kassetten an der Decke angebracht sind.

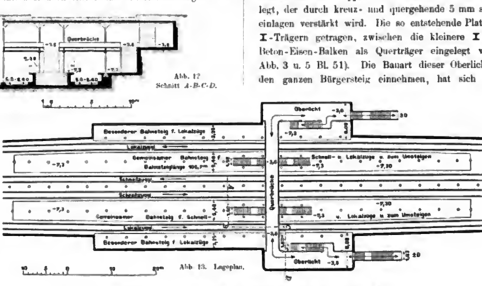


Abb. 12 u. 13. Gesamtanordnung einer Doppelstation der Stammlinie.

Sehr zu loben ist die **Ausstattung** der Stationen (Text-Abb. 16 und Abb. 5 Bl. 52). Alle Wände sind auf Bahnsteiglänge mit weißen glasierten Plättchen belegt, bei versetzten Bahnsteigen auch die gegenüber liegende Tunnelwand. Der untere Teil der Bahnsteigwände besteht bis zu einer Höhe von 80 cm aus hellen, sehr hart gebrannten Klinkern, um den heftigen Angriffen der eiligen und rücksichtslosen Reisenden zu widerstehen. Die Wände sind in einzelne Flächen aufgelöst, in die maßvolle ruhige Ornamente mit geometrischen und Pflanzenmotiven in Terrakotta oder Fayence eingelegt sind; auch die Stationsnamen und die sonstigen notwendigen Aufschriften sind, wie Text-Abb. 15 zeigt, künstlerisch durch-

Tür Tür
Tür Tür

Abb. 14. Grundriß des Wagens.

gebildet. Alle Ornamente derselben Haltestelle haben denselben Farbenton, verschiedene Stationen aber verschiedene Farben, so daß man sie schon an der Färbung erkennen kann. Eine besonders schöne architektonische Ausstattung

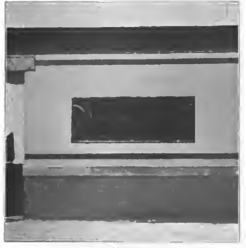


Abb. 15.

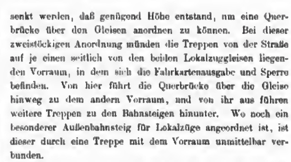
zeigt die in Abb. 2 Bl. 52 dargestellte Station City Hall, die an dem unter den andern Gleisen durchführenden Schleifengleis liegt und wegen der großen Tiefe eine gewölbte Decke erhalten hat. Das in rotem Stein ausgeführte Gewölbe ist durch dunkler getönte Gurtbogen reich gegliedert und in einzelnen Feldern durch kuppelartige Ausbauten mit Oberlicht wirkungsvoll unterbrochen, wodurch eine sehr



Abb. 16. Tiefbahn-Haltestelle.

malerische Wirkung entsteht, und man könnte eher glauben, in einer weihevollen Kirche zu sein als in einer Stadtbahnstation.

Während die Lokalzughaltestellen der Stammlinie möglichst dicht unter Straßenoberfläche liegen, mußten die Schnellzugstationen nach Text-Abb. 12 u. 13 soweit ge-



senkt werden, daß genügend Höhe entstand, um eine Querbrücke über den Gleisen anordnen zu können. Bei dieser zweistöckigen Anordnung münden die Treppen von der Straße auf je einen seitlich von den beiden Lokalzuggleisen liegenden Vorraum, in dem sich die Fahrkartenausgabe und Sperre befinden. Von hier führt die Querbrücke über die Gleise hinweg zu dem andern Vorraum, und von ihr aus führen weitere Treppen zu den Bahnsteigen hinunter. Wo noch ein besonderer Außenbahnsteig für Lokalzüge angeordnet ist, ist dieser durch eine Treppe mit dem Vorraum unmittelbar verbunden.

Einzelne Stationen sind gegen die freie Strecke mit Rampenstrecken von $20\,^0/_{00} = 1:50$ erhöht, um wie bei den Londoner Untergrundbahnen die lebendige Kraft beim Einfahren in Hebung umzusetzen, die bei der Ausfahrt wieder zur Beschleunigung nutzbar gemacht wird.

Die Haltestellen der Hochbahnstrecken liegen alle an dreigleisigen Linien und haben aus den oben erörterten Gründen Außensteige erhalten. Diese werden, wie Abb. 1 u. 2 Bl. 51 zeigen, von leichten Gitterträgern unterstützt und haben hölzernen Belag. Sie sind mit leichten Hallen überdacht, die in der Regel einstützig aus Eisen erbaut sind und Holzbedachung haben. Die in den genannten Abbildungen dargestellte Haltestelle liegt an dem Manhattan-Viadukt und erstreckt sich auch über die oben erwähnte Zweigelenkbogen-Brücke.

V. Schlußbemerkungen.

Das Kraftwerk liegt zwischen der 58. und 59. Straße und, wie aus Abb. 2 Bl. 50 zu ersehen ist, bezüglich der Nord-Süd-Richtung ziemlich nahe dem Schwerpunkte des Kraftbedarfes, für die Ost-Westlinie ließ sich dies aber nicht erreichen, da im Innern der Stadt die Grundstücke zu teuer sind und eine möglichst nahe Lage am Wasser wegen der Kohlenzufuhr wirtschaftlich sehr erwünscht ist. Das mehrgeschossige Krafthaus nimmt einen ganzen Häuserblock von 210 m Länge und 180 m Breite ein und ist wie in Amerika üblich, mit eisernen Trageteilen und steinernen Füllungswänden erbaut. Man rechnete zunächst mit einer erforderlichen Leistung von 90000 PS, erhöhte sie aber, nachdem die Seitenlinie nach Brooklyn beschlossen war, auf 132000 PS. Es sind zunächst 52 Dampfkessel und 8 Maschinen aufgestellt, die Wechselstrom von 11000 Volt Spannung liefern. Dieser wird in acht Unterstationen in Gleichstrom von 550 Volt umgewandelt.

Die zunächst bestellten Betriebsmittel (Text-Abb. 14 und Abb. 13 bis 15 Bl. 51) bestehen aus 340 Trieb- und 160 Beiwagen. Sie zeigen die in Amerika im Stadtverkehr meist übliche, auch bei der Central Londonbahn angewendete Grundrißform mit Längssitzen an den beiden Wagenenden und Quersitzen in der Mitte. Hierdurch werden in der Mitte einige ruhige Plätze gewonnen, in denen die Reisenden ungestört von den Ein- und Aussteigenden sitzen können, während zwischen den Längssitzen viel Raum für Stehplätze

entsteht. So bestechend dieser Grundriß auch erscheinen mag, so hat er doch den großen Nachteil, daß immer nur zwei Türen zum Ein- und Aussteigen zur Verfügung stehen, und man muß sich wundern, daß nach langen Erwägungen diese Form gewählt worden ist, obwohl doch gerade auf sie die bösen Zustände zurückzuführen sind, die auf den Neuyorker Hochbahnen in den verkehrstarken Stunden herrschen; hat man doch in Amerika selbst schon mit der Zwei-Türen-Form gebrochen; auf der Stadtbahn in Boston haben die Wagen drei Türen, zwei an den Enden, eine in der Mitte, und die Illinois-Central-Bahn hat jetzt für den Vorortverkehr Chicagos einen der deutschen Form sehr ähnlichen Grundriß mit vielen Seitentüren, Quersitzen und schmalen inneren Seitengängen gewählt.[9])

An der Spitze der gesamten Bauverwaltung steht William Barcley Parsens, der Ober-Ingenieur des Schnellverkehr-Ausschusses. Ihm ist das Konstruktions-Bureau unterstellt, in dem sämtliche Entwürfe zu allen Bauausführungen, auch zu den vorübergehenden und den Nebenarbeiten, aufgestellt werden. Die örtliche Leitung und Überwachung der Bauausführung ist fünf Abteilungs-Baumeistern übertragen, denen je zwei Vertreter und sechs Ingenieure beigegeben sind. Ein besonderes Abnahmeamt überwacht die Güte und Anlieferung aller Baustoffe und hat zu diesem Zweck mehrere Zweigstellen bei den Stahlwerken und Zementfabriken errichtet. Zwölf Beamte sind ständig damit beschäftigt, durch genaue Aufschreibungen über die tatsächlichen Aufwendungen von Baustoffen und Arbeitszeit genaue Unterlagen zu schaffen, um die wirklichen Einzelbaukosten ermitteln zu können. Auch eine photographische Abteilung ist vorhanden und ständig bemüht, alle wichtigen Bauausführungen der Mit- und Nachwelt zu erhalten. — Der Unternehmer hat den Bau in fünfzehn Abteilungen geteilt und im Durchschnitt ständig 10000 Arbeiter beschäftigt.

Die vorstehenden Mitteilungen verdanken wir vor allem Herrn Parsons; mit der Freimütigkeit und Liebenswürdigkeit, die den Amerikaner so auszeichnet, ließ er uns in alle Pläne Einsicht nehmen und von allen, die wir wünschten, Abzüge machen, ließ sogar eine Reihe von Photographien besonders für uns aufnehmen und erläuterte bei den Besichtigungen der einzelnen Baustellen alle Bauausführungen in erschöpfendster Weise; ihm sei daher auch an dieser Stelle unser wärmster Dank ausgesprochen.

9) Vgl. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen. 1903. II. Hälfte. Nr. 75.

Das Wasser- und Elektrizitätswerk der Stadt Solingen.

Eine Talsperren- und Wasserkraftanlage.

Vom Wasserbauinspektor Mattern in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 30 bis 34 im Atlas.)

(Fortsetzung statt Schluß.)

f) Die Mörtelbereitung.

Für die Mörtelmischung mit Maschinen haben an den rheinisch-westfälischen Talsperren bisher zwei Arten von Mischtrommeln Verwendung gefunden: solche mit lotrechter und solche mit wagerechter Achse. Die ersteren haben wagerechte, mit Zinken besetzte Arme, die letzteren kommen hauptsächlich in der Anordnung vor, daß die an zwei wagerechten Achsen befestigten Arme, welche innerhalb einer Trommel sitzen, annähernd zur Hälfte übereinander greifen. Welche von den beiden Arten ist die vorteilhaftere?

Bei den lotrecht gestellten Trommeln wird im allgemeinen Sand und Traß von Hand vorgemischt und sodann dieses Gemenge zugleich mit dem Kalk der Mischtrommel zugeführt. Der fertige Mörtel fließt aus der Trommel ununterbrochen aus, während beim Einlauf, um das vorgeschriebene Mischungsverhältnis zu wahren, jede Mischung in sich abgeschlossen ist. Bei den wagerecht liegenden Trommeln wird entweder Traß und Kalk zunächst vorgemischt und dann der Sand nach und nach zugesetzt, oder es werden alle drei Bestandteile zugleich in den Trichter geschüttet. Jede Mischung findet von Anfang bis zu Ende für sich statt. Hierin liegt der kennzeichnende Unterschied der beiden Zubereitungsarten. Das Endergebnis d. h. die Gleichartigkeit des Gemenges ist in beiden Fällen als dasselbe anzusehen. Beide Maschinenarten liefern einen durchaus guten und innig gemischten Mörtel von gleichmäßiger Farbe, und die mit Mörtel aus diesen Verfahren in einigen Versuchsreihen angefertigten Probekörper ließen in ihrer Zugfestigkeit einen Unterschied nicht erkennen. Man möchte hiernach annehmen, daß die Reihenfolge, in der die drei Bestandteile Kalk, Traß und Sand zueinander geführt werden, praktisch ohne Einfluß auf die spätere Festigkeit ist, wenn zwar die vorherige Mischung von Kalk und Traß das mehr naturgemäße Verfahren ist.

Die Kosten stellen sich bei dem Mischverfahren in den Maschinen mit wagerechten Achsen wesentlich billiger. Das Vormischen von Sand und Traß bei den senkrechten Trommeln erfordert für jede Maschine bei rund 50 cbm Mörtel als Tagesleistung etwa sechs Mann. Bringt man den Tagelohn mit 3,50 ℳ in Ansatz, so ergibt dies 21 ℳ Kosten. Bei den wagerechten Trommeln fällt das Vormischen von Hand fort. Hier können also die oben angegebenen 21 ℳ täglich erspart werden, ohne daß ein größerer Kraftaufwand der Maschine erforderlich wird. Überdies gestaltet sich der Betrieb bei wagerechten Trommeln sehr einfach und glatt. Der Raum der Trockenmischbühne erübrigt sich, ein Umstand, der bei den an den Berghängen sehr beengten Platzverhältnissen von Wichtigkeit ist, und man vermeidet die bei dem Vormischen von Hand lästige Staubentwicklung. Die wagerechten Trommeln haben daher für die Traßmörtelbereitung mancherlei Vorzüge vor der anderen Maschinenart. Kollergänge sind bei den rheinisch-westfälischen Talsperrenbauten bisher nicht zur Anwendung gekommen. Diese Maschinen dürften auch nur dann geboten sein, wenn der Traß in Stücken zur Baustelle angeliefert wird und seine Mahlung, nachdem die Zerkleinerung

zu Schottergröße in Steinbrechern erfolgt ist, mit der Mörtelbereitung in den Kollergängen geschieht.

In der Mörtelanlage stellt sich eine bedeutsame Stelle des gesamten Baubetriebes dar, deren jederzeit sicheres Arbeiten von hohem Wert für einen geordneten Verlauf der Mauerung ist. Die Anlage muß darum auf festem Unterbau, am besten gemauertem Grundwerk errichtet werden. Man muß bedenken, daß die Einrichtung meist mehrere Jahre zu überdauern hat und daß die Belastung der Maschinen bei der steifen Mörtelverarbeitung eine starke ist. Bei nicht genügend sicherer Unterstützung entstehen leicht zitternde Bewegungen der Gerüste, und die Folgen davon sind Brüche in den Zahnrädern oder sonstige Schäden. Das zieht kostspielige und empfindliche Störungen im Mauerbetriebe nach sich, da auf der Mauer ständig eine große Anzahl von Maurern auf die Zufuhr frischen Mörtels harrt. Aus diesem Grunde erscheint es auch geboten für je 2 bis 3 Mörtelmaschinen eine Ersatzmaschine aufzustellen.

Der Kalk mußte, wie oben bemerkt, vier Wochen in der Grube abgelöscht gelagert haben. Über den durch diese Forderung bedingten Bestand hinaus empfiehlt es sich, um Schwankungen in der Materialienzufuhr auszugleichen, einen Vorrat von etwa 25 vH. an Kalk auf der Baustelle für den Notfall bereit zu halten. Der Stückkalk hält eine längere Lagerung nicht aus; schon nach etwa 10 bis 14 Tagen zerfällt er auch in trocken gehaltenen Schuppen zu Pulver, indem er bei diesem Vorgange des langsamen Ablöschens an der Luft Kohlensäure aufnimmt und zu kohlensaurem Kalk abbindet. Seine Verwertbarkeit für die Mörtelbereitung ist damit ausgeschlossen, so daß unliebsame Verluste entstehen. Längere Lagerung in den Gruben schadet dem abgelöschten Kalk nichts; nur wenn der Kalk etwas hydraulisch ist, wird er dann leicht bröcklig. Es ist daher zweckmäßig, den Kalkvorrat in abgelöschtem Zustande zu halten. Die Mehrkosten für die Schaffung eines vergrößerten Grubeninhaltes werden durch Vermeidung der erwähnten Nachteile und die Annehmlichkeiten eines gleichmäßigen Betriebes bald ausgeglichen.

Das Ablöschen des Kalkes ist eine wichtige Sache, und es müssen damit durchaus sachverständige, mit der Natur des Kalkes vertraute Leute beauftragt sein. Ersparnisse an Lohn bringen hier mancherlei Schaden mit sich, wenn schlecht oder ungenügend abgelöschter Kalk später nicht verwendet werden kann. Maschinen-, im besonderen elektromotorischer Betrieb ist in neuerer Zeit mehrfach mit Vorteil zur Anwendung gekommen.


Abb. 10. Mauerarbeiten an der großen Talsperre.

Die Mörtelmischungen wurden in einer Größe von 0,8 cbm hergestellt. Dabei ergaben $1 + 1^1/_2 + 1^3/_4 = 4^1/_4$ Raumteile an Kalk, Traß und Sand 3,25 Raumteile Mörtel. Der grobe, ungesiebte, aus dem Strome gebaggerte Rheinsand enthielt etwa 28 vH. Hohlraum; demgegenüber standen $1 + 1^1/_2 = 2^1/_2$ Raumteile an Kittstoff, so daß ein reichlicher Überschuß an Bindestoff vorhanden war.

Die Mörtelbereitung mit Maschinen ist im allgemeinen selbst auf großen Baustellen nur für den Hauptbedarf des Mauerwerks üblich. Alle übrigen in geringeren Mengen gebrauchten Mörtel wie z. B. für den Verputz an der Wasserseite, Verblendung an der Luftseite, Stollenabmauerung u. a. m. werden in der Regel von Hand bereitet. Von Einfluß auf diese Herstellungsweise ist der Umstand, daß für diese Mörtel meist nur ein vorübergehender, in Zeitabschnitten sich wiederholender Bedarf eintritt.

Verschiedene Jahreszeit, das Erfordernis schneller oder langsamer Erhärtung, der Festigkeit und Dichtigkeit und manche anderen Rücksichten können bestimmend für die Wahl der verschiedenen Bindemittel und Mischungsverhältnisse sein, die in den einzelnen Teilen eines großen Bauwerks Verwendung finden. Die Erforschung sowohl der zu stellenden Bedingungen wie der Mörtelstoffe, welche sie erfüllen sollen, ist von großem Interesse und von wirtschaftlicher Bedeutung, da der Mörtel im Mauerwerk einen teuren Bestandteil bildet und bei einer Massenausführung den Gesamtpreis stark beeinflußt. Wenn also einerseits die Wahl der dem Zwecke angepaßten richtigen Mörtelmischungen sehr erwünscht ist, so muß doch anderseits die Rücksicht auf die praktische Durchführbarkeit in einem lebhaften Baubetriebe, wo die Absicht, welche mit der peinlichen Auswahl der Mischungsverhältnisse verfolgt wird, leicht durch mancherlei Zufälligkeiten vereitelt werden kann, eine gewisse Mäßigung auferlegen, zumal da wenig voneinander abweichende Mischungsverhältnisse in ihrer Festigkeit, in ihrem sonstigen

Verhalten und in ihren Kosten meist nur unbedeutende Unterschiede aufweisen.

g) Die Mauerarbeiten.

Die Mauerung macht beim Bau einer Talsperre das Wesen des Bauvorganges aus. Es soll hier ein Mauerkörper geschaffen werden, der einerseits die statischen Bedingungen der Konstruktion erfüllt und anderseits große Dichtigkeit und Dauerhaftigkeit gewährleistet. Welche Bauwerke haben so eigne Anforderungen zu erfüllen, wie die Sperrmauern! Einzeln stehende Mauern, sind sie den Einflüssen und Angriffen der Witterung frei ausgesetzt. Die Schwankungen der Wärme bringen eine ständige Veränderung des Rauminhalts mit sich, die zusammen mit dem wechselnden Wasserdruck aus dem Becken zu Bewegungen des Mauerkörpers Veranlassung gibt, die er ertragen soll, ohne Schaden zu nehmen. Eine Talsperre muß daher hinsichtlich Baustoffe und Arbeit ausgesuchte Eigenschaften besitzen. Nun aber geht der Umfang der Mauerarbeiten ins große. Es findet ein Massenbetrieb statt, und darin liegt eine gewisse Gefahr für die Güte der Ausführung. Denn es greift leicht eine gleichgültige Auffassung Platz, indem man in einem so großen Baukörper dem einzelnen Teile weniger Bedeutung beimißt. Es ist zwar richtig, daß die große innere Masse der Sperrmauer in erster Linie als Gewicht wirkt und ihre Festigkeit weniger in Anspruch genommen wird. Allein die Dauerhaftigkeit und die Sicherheit, welche bei der Anlage von Talsperren im Interesse des Baues und der Allgemeinheit gewahrt werden muß, fordert ein gleiches Maß der Sorgfalt für alle Teile und darf Verfehlungen auch im einzelnen nicht belanglos erscheinen lassen. Eine eigne Mauertechnik hat sich hier herausgebildet, und die Ausführungsweise an der Sengbachtalsperre (Abb. 2 Bl. 33 und Text-Abb. 10) dürfte aus dem Grunde allgemeineres Interesse haben, weil sie den Vorgang der Mauerung veranschaulicht, wie solcher sich bei den meisten deutschen Ausführungen vollzogen hat.

Zur Mauerung durften nur Bruchsteine verwendet werden, die durchaus fest, gesund und unverwittert waren. Für die Außenflächen wurde besondere Auswahl getroffen. Bruchsteine, deren Stärke weniger als 10 cm und deren Länge weniger als etwa 30 cm betrug, wurden im allgemeinen nicht vermauert. Solche Stücke sind zum Auszwicken der Fugen zwischen größeren Steinen benutzt worden. Anderseits durfte die Größe $^1/_2$ cbm nicht wesentlich überschreiten. So große Steine fanden sich nur wenige vor, da das Gestein der Brüche im allgemeinen in mittlerer, an sich aber von wechselnder Größe brach. Steine, welche tief in das Innere verlaufende Spaltflächen und Risse zeigten, wurden in diesem Zustand nicht eingemauert. Wenn der Stein sonst gesund und fest war, so war es nötig, ihn zu spalten; dann konnten die Stücke einzeln eingebaut werden. Einen guten Anhalt für die Beurteilung des Gesteins erhält man dadurch, daß die Steine im Herbst auf Lager gebracht werden und allen Witterungseinflüssen frei ausgesetzt überwintern. Da scheidet sich unter der wechselnden Einwirkung von Frost, Wärme, Sonnenschein und Nässe bald das kernige und wetterfeste von dem minderwertigen Material. Die Reinigung der Steine geschah in den Brüchen und auf den Lagerplätzen mittels Wasserstrahls von 3 bis 4 Atm. Druck bei gleichzeitiger Anwendung von Stahlbürsten, um eine für das Anhaften des Mörtels erforderliche reine Fläche zu erzielen.

Von Bedeutung ist die Frage der Größe der im Mauerwerk einer Talsperre zu verwendenden Steine. Gut ist es, wenn Steine von verschiedener Größe zur Verfügung stehen, um nach allen Seiten ein festes Ineinandergreifen, ein gutes Anpassen der Steine aneinander und eine möglichste Enge der Fugen zu erzielen. Kleine Steine ergeben leicht ein „schwimmendes“ Mauerwerk, da die gegenseitige Verspannung weniger gut ist, und für eine möglichst feste Lagerung ist ein sehr steifer Mörtel erforderlich. Die Ausführung erfolgt dann unter Umständen besser in Form der Betonierung als in Mauerung. Bei Verwendung sehr großer und regelmäßig gestalteter Steine kann zwar an Mörtel gespart werden, wodurch der doppelte Vorteil erreicht wird, daß das Mauerwerk billiger und zugleich schwerer wird als bei kleinen Steinen. Dieser Umstand hat bei den bedeutenden Massen einer Talsperre immerhin schon wesentlichen Einfluß auf die Baukosten. Anderseits besteht hierbei die Schwierigkeit des Verlegens. Die großen Steine werden auf dem Mauerwerk gewälzt oder gekantet, oft auf mehrere Meter weit ohne schützende Holzunterlage. Es entstehen dabei leicht Verdrückungen und Risse, und schon vermauerte Steine lösen sich von ihrem Lager ab. Ein weiterer Übelstand großer und unregelmäßiger Steine besteht darin, daß bei ihrer Einmauerung volle Fugen schwieriger zu erzielen sind. Um diese Mißstände, die geeignet sind, die Güte des Mauerwerks zu beeinträchtigen, zu vermeiden, erscheint dort, wo die Steine von Hand, ohne Anwendung von Kranen, vermauert werden, eine solche Größe vorteilhaft, die es ermöglicht, daß die Steine von zwei Leuten bequem bewegt werden können. Das ist zudem für die Handhabung auf der Baustelle ein praktischer Maßstab.

Der Mörtel der Mauerung wurde steif angemacht und enthielt in der Verarbeitung 16 bis 17 vH. des Mörtelgewichts an Wasser. Ein Übermaß von Feuchtigkeit wirkt insofern schädlich, als das Wasser aus der Mauer heraustritt und die dadurch entstehenden Poren zu Undichtigkeiten Anlaß geben. Für Traßmörtel sind diese Nachteile weniger zu fürchten, da er im Mauerinnern noch einige Zeit nach der Vermauerung eine gewisse plastische Beschaffenheit behält, so daß sich der Mörtel durch die Last der nächst aufgemauerten Schichten zusammendrückt. Aus letzterem Grunde erscheint ein flotter Baufortgang geeignet, eine größere Geschlossenheit des Mauerwerks herbeizuführen. Zu trocken darf der Mörtel anderseits auch nicht sein; er muß „kellegerecht“ sein. Denn die Durcharbeitung zu trocknen Mörtels zu einem gleichmäßigen Gemenge ist selbst in guten Maschinen kaum zu erreichen. Überdies entsteht die Gefahr, daß die Masse pulvrig wird und ihre Geschmeidigkeit aufhört. Dies führt aber zu schlechter Mauerung. Es ist demnach der Wassergehalt des Mörtels durch die Grenzbestimmungen festgelegt: er muß eine geschmeidige Beschaffenheit besitzen, anderseits aber nicht so feucht sein, daß bedenkliche Verdrückungen entstehen könnten und die Erhärtung des Mörtels zu sehr in die Länge gezogen wird. Der Traßmörtel besitzt im allgemeinen diese Eigenschaften, wenn er mit dem erwähnten Wassergehalt angemacht wird.

Der fertige Mörtel blieb in den Bütten über Nacht stehen, soweit seine Aufarbeitung am Herstellungstage nicht erfolgte.

Nur am Schlusse der Arbeitswoche wurde der Vorrat aufgebraucht. Es hat kein Bedenken, wie Festigkeitsversuche zeigten (vgl. S. 319 unter c), den Traßmörtel bis zum nächsten Tage stehen zu lassen, da er dadurch an seiner Abbindefähigkeit nichts einbüßt. Dies ist eine ungemeine Erleichterung für den Baubetrieb, die bei Verwendung von schnell erhärtendem Mörtel fortfällt. Derselbe günstige Umstand bringt es mit sich, daß Arbeitsunterbrechungen wegen plötzlich eintretender Regenfälle nicht mit Geldverlusten verknüpft sind.

Die Mauerung geschah mit vollen Fugen, um ein festes, schweres und dichtes Mauerwerk zu erzielen. Die Fugen mußten enge sein; doch durfte naturgemäß nicht Stein an Stein liegen, wodurch eine Wasserader entstanden wäre. Zudem gibt eine große Anhäufung von Mörtel leicht zur Rissebildung Veranlassung. Größere klaffende Fugen zwischen den unebenen und unregelmäßigen Bruchsteinen wurden, nachdem der Raum mit Mörtel angefüllt war, durch Hineindrücken kleinerer Steine, sogenannter „Zwicker", ausgefüllt. Die Oberflächen der Schichten blieben uneben, wie sich dies bei einem zwanglosen Arbeitsvorgange mit unregelmäßig geformten Steinen von selbst ergibt. Hierdurch wurde für die nächste Schicht ein festes Eingreifen und ein guter Verband mit dem alten Mauerwerk herbeigeführt.

Das Mauerwerk ist in Lagen von 1 bis 1,5 m Höhe ausgeführt werden. Dabei mußten im Verbande abgesetzte, nicht zu steile Abtreppungen (etwa 1:1) für den Anschluß des Nachbarmauerwerks stehen bleiben. Die Ausführungen der Schichten nahm von der Wasserseite ihren Anfang. Die Lagen waren auf etwa $^1/_3$ der Mauerdicke zunächst wagerecht, um dann in dem übrigen Zweidrittel nach der Luftseite hin anzusteigen. Dies sollte bezwecken, daß die einzelnen Schichten eine zur jeweiligen Richtung der Drucklinie annähernd normale Lage erhielten. Die Ansteigung war kreisförmig derartig, daß eine Tangente, die im Schnittpunkt des Bogens mit der Drucklinie bei gefülltem Becken errichtet wurde, mit der Wagerechten einen Winkel von etwa 20° bildete. Für die Ausführung wurde die Schichtenlage durch Aufzeichnung an den beiderseitigen Hängen sichtbar gemacht.

Vorbedingung für die gute Erhärtung des Traßmörtels ist, daß er die hierfür erforderliche Feuchtigkeit besitzt. Diese ist im Mörtel, der mit 16 bis 17 vH. Wassergehalt angemacht wird, in mehr als notwendigem Maße vorhanden.*) Das Wasser gelangt beim Vermauern in das Innere des Mauerwerks und bleibt dem Mörtel erhalten, da die Verdunstung in dem großen Mauerkörper nur ungemein wenig vor sich geht und überdies durch künstliche Anfeuchtung oder Regen ständig ergänzt wird. Um den Mörtel der Oberfläche vor dem Anstrocknen zu schützen, wurde die Mauer während der Ausführung täglich mehrmals von oben her und in den Außenflächen durch Überbrausen reichlich genäßt. Die Häufigkeit und Stärke, mit der dies zu erfolgen hatte, hing von der Witterung ab.

Der Fortschritt der Mauerung ist außer von der jeweiligen Größe der Maueroberfläche auch von der zu beschäftigenden Maurerzahl abhängig. Jeder Maurer verlangt ein gewisses Arbeitsfeld und Beweglichkeit, und es gibt eine Grenze, über die hinaus nicht Leute auf der Maueroberfläche tätig sein dürfen, wenn nicht Verwirrung in den Baubetrieb kommen soll. Es zeigte sich, daß auf den Kopf 10 bis 12 qm Arbeitsfläche als Mindestmaß entfallen mußten. In dieser Einheitszahl ist der Anteil für die Fördergleise, Steinpritschen und Mörtelbütten mit eingerechnet. Die Mauer erschien dann stark besetzt. Dieses Maß für die Arbeitsfläche läßt sich, wie bereits an anderer Stelle erörtert, noch etwas herabmindern, also die Maurerzahl vergrößern, durch Beseitigung der Fördergleise und Verlegung derselben auf ein Gerüst außerhalb der Mauer.

Um ein etwaiges Setzen des Mauerwerks festzustellen, wurden an den Außenflächen in 3 bis 4 m Höhenabstand verteilt eiserne Marken, bestehend aus Flacheisen von 20 cm Länge und 5 cm Breite mit kegelförmiger Spitze eingemauert. Ihre Beobachtung geschah durch Nivellieren sowie durch unmittelbares Messen an einigen lotrecht übereinander angebrachten Marken. Bewegungen dieser Marken konnten jedoch selbst zu Zeiten lebhaften Baubetriebes nicht festgestellt werden. Im allgemeinen tritt an diesen Außenflächen eine schnellere Erhärtung des Traßmörtels als im Mauerinnern ein.

Die Abbindung und Erhärtung des Mörtels einer Talsperre ist an die besonderen Bedingungen gebunden, unter denen sich dieser Vorgang in einem so großen Massiv vollzieht, wobei auch die Arbeitsweise der Bauausführung einen wesentlichen Einfluß ausübt. Schon in Probemauerklötzen, deren Abmessungen sich in bescheidenen Grenzen halten, geht die Erhärtung unter nicht ganz denselben Umständen vor sich, wie in der Sperrmauer selbst. In weit erhöhtem Maße aber ist dies der Fall bei den kleinen Körpern, wie sie zu Festigkeitsversuchen hergestellt werden. Diese stellen gewissermaßen nur ein Differential dar gegenüber jener gewaltigen Mauermasse der Talsperre. Die Mörtelbereitung, Verarbeitung und Erhärtung geschieht bei den Versuchen in anderer Weise und unter anderen Bedingungen wie im Baubetriebe. Somit fallen oft die Voraussetzungen für die Schlußfolgerungen, welche lediglich aus solchen Laboratoriumsversuchen hergeleitet werden, und die Ergebnisse bleiben angreifbar. Immerhin werden durch sie der Praxis Richtschnur und schätzbare Aufschlüsse gegeben. Aber die endgültige Erkenntnis kann im allgemeinen nur da gewonnen werden, wo sich die Aufbereitung und Verarbeitung des Mörtels in den Formen und unter den Bedingungen der tatsächlichen Ausführung vollzieht. Dieser Ort ist die Baustelle. Hier, im Zusammenwirken von Beobachtungen des Bauvorganges mit Versuchen an Probekörpern über Festigkeit, Dichtigkeit u. a. m. können eindeutige Ergebnisse erzielt werden. Solche Beobachtungen in der Bauausführung sind allerdings mühsam, und nur aus einer Reihe von Einzelerscheinungen kann man durch logische Verbindung Gesetzmäßigkeiten feststellen. Dies erheischt den genauesten Verfolg des Mörtel- und Mauerbetriebes und ein eingehendes Studium, wie der Mörtel unter den verschiedensten Einflüssen — Arbeitsweise, Wärme, Kälte, Trockenheit, Nässe, Erschütterungen u. a. m. — abbindet und welche Maßnahmen zu treffen sind, um die beste Erhärtung zu begünstigen. Maueraufbrüche in den verschiedenen Zeiten an Probemauerwerk wie im Mauerwerk der Talsperre selbst und die Wahrnehmung vieler kleiner Anzeichen und Vorgänge führen die ständige Beobachtung schrittweise vorwärts. Bei großen

*) Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1903. S. 92.

Bauausführungen sollte darum diesem Gegenstande die vollste Aufmerksamkeit zugewendet werden.

Das statistische Ergebnis der Mauerarbeiten an der Sengbachtalsperre läßt sich in folgenden Angaben zusammenfassen.

Die Gesamtmauermasse im eigentlichen Mauerkörper der Sperrmauer beträgt 62550 cbm, im ganzen einschl. der Nebenarbeiten für die Kaskade, Entnahmeschächte und Schieberhäuser 65930 cbm. Außerdem wurden für die Gründungsarbeiten 1130 cbm Beton verwandt. Zur Herstellung der ersteren Mauermasse sind in zwei Sommern 319 Arbeitstage gebraucht werden (Text-Abb. 11). Die Mauerleistung erreichte ihren Höhepunkt in dem stark beschleunigten Betriebe des zweiten Bausommers (1902) mit 46100 cbm; die monatliche Höchstleistung waren rund 8000 cbm. Für die ganze Bauzeit ergibt sich eine durchschnittliche Tagesleistung von rd. 206 cbm, während diese in einzelnen Abschnitten des zweiten Bausommers bis zu 310 cbm gesteigert werden konnte. Das Anwachsen der Mauer betrug in der mittleren Höhe bei geräumiger Arbeitsfläche 0,75 bis 0,85 m in der Woche. Gegen die Mauerkrone hin wurde ein wöchentlicher Baufortschritt von 1,25 bis 1,30 m der Höhe nach erreicht. Im Mittel wurde mit annähernd 100 Maurern gearbeitet, während ihre Zahl zeitweise bis 140 an der Sperrmauer selbst und bis etwa 160 einschl. aller Nebenarbeiten betrug. Als durchschnittlich tägliche Leistung eines Maurers ergibt sich aus der zweijährigen Bauzeit 2,1 cbm Mauerwerk. Unter günstigen Umständen ist sie bis zu 2,6 cbm gestiegen. Außerdem entfielen auf die Fertigstellung von 1 cbm Mauerwerk noch der Aufwand von 0,22 Handlangertagewerk für den Stein- und Mörteltransport auf der Mauer und sonstige Nebenarbeiten und 0,9 Steinbrucharbeitertagewerk. In letzterer Arbeit ist das Steinebrechen, Reinigen und die Förderung zur Mauer einbegriffen. Die Gesamtzahl der Arbeiter während der dreijährigen Bauzeit schwankte zwischen 600 und 700 Mann. Der Mörtelverbrauch im ganzen stellte sich auf 40,8 vH. In dem lebhaften Betrieb des zweiten Bausommers (1902) mußten täglich im Durchschnitt etwa 114 cbm, an einzelnen Tagen jedoch bis zu 150 cbm Mörtel hergestellt werden. Die durchschnittliche Zahl der Arbeitstage im Monat betrug 24.

Bei Aushebung der Baugrube der Sperrmauer wurden 11700 cbm Erd- und Geröllmassen und 22000 cbm Fels bewegt.

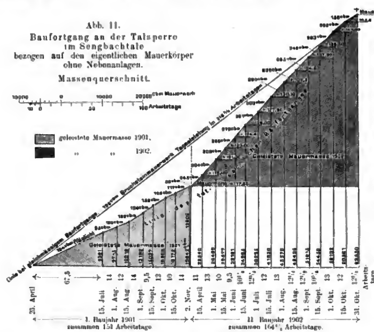


Abb. 11. Baufortgang an der Talsperre im Sengbachtale bezogen auf den eigentlichen Mauerkörper ohne Nebenanlagen.

h) Abdichten des Mauerfußes und Verputz an der Wasserseite der Sperrmauer.

Die wegen des Ausbruchs der Baugrube unvermeidliche Lücke zwischen der Mauer und dem anstehenden Fels ist eine wunde Stelle, indem dieser Schlitz durch die eingebrachte Lehmschicht nur in unvollkommener Weise ausgefüllt wird, so daß bei gefülltem Becken das unter hohem Druck stehende Wasser bis an den Fuß der Mauer vordringen kann. Es ist ferner zu beachten, daß die Fuge zwischen Mauerwerk und Fels die Grenze zweier verschiedenartigen Körper bildet. Der Zusammenhang von Mauerwerk und Fels — herbeigeführt durch die kittende Masse des Mörtels — ist eine weniger gute, wie die Kohäsion dieser Massen in sich. Dazu kommt, daß die in jeder tiefen Baugrube meist vorhandenen Quellen leicht undichte Stellen und kleine Leerräume beim ersten Ansetzen des Mauerwerks herbeiführen. Wenn nun das Wasser bis an diese Fuge von der Wasserseite her vordringt, so wird der losere Zusammenhang zwischen Mauerwerk und Fels der Kraftwirkung des Auftriebs einen kleineren Widerstand entgegensetzen als der homogene Fels oder das in sich festverspannte Mauerwerk in irgend einem anderen Teile der Mauer. Darum ist es geboten, dieser Stelle besondere Sorgfalt zuzuwenden, und es ist von großem Wert für die Güte der hier vorzunehmenden Arbeiten, wenn die Lücke zwischen dem Mauerwerk und dem anstehenden Fels nicht zu enge ist. Es sollten hier wenigstens 1 bis $1^1/_2$ m Spielraum vorhanden sein. Wenn dabei etwas mehr Felsausbruch erfolgt, als für die Hochführung der Mauer an sich unbedingt nötig erscheint und dafür entsprechend mehr Dichtungsmaterial (Beton und Lehm) eingebracht werden muß, so wird diese Mehrausgabe reichlich aufgewogen durch den Vorteil, daß ein genügender Arbeitsraum ein sorgfältiges Arbeiten ermöglicht.

Für den Fuß der Solinger Sperrmauer geschah diese Abdichtung in folgender Weise (Abb. 8 Bl. 31). In der Sohle des Schlitzes zwischen Mauer und Fels ist nächst der Felswand ein 10 cm weites Muffentonrohr ohne Abdichtung der Muffen eingelegt, um das vom Hange rieselnde Wasser aufzufangen und abzuführen. Dieses Rohr wurde insoweit mit Beton eingehüllt, als erforderlich war, um eine trockne Lage für den aufzubringenden ersten Verputz zu erzielen. Der Beton erhielt Gefälle von der Mauer ab, so daß jede sich noch etwa ansammelnde Feuchtigkeit am Fels entlang ab-

ziehen konnte. Zur Herbeiführung möglichster Dichtigkeit ist hierbei Kiesbeton (1 Zement, 1/2 Kalk, 1/3 Traß, 4 Sand, 8 Feinkies) verwendet werden. Nach Erhärtung dieses Betons wurde die erste Putzlage aufgebracht und an der äußeren Mauerfläche hochgezogen. Auf diesem mit Siderosthen gestrichenen Putz liegt eine Betonlage von 50 cm Stärke von dem Mischungsverhältnis 1 Zement, 1/2 Kalkbrei, 1/3 Traß, 4 Sand und 7 Kleinschlag. Dieser Beton erhielt ebenfalls einen Verputz, der sich an jenen der aufgehenden Mauer anschloß. Diese doppelte Sicherung erwies sich bei den Arbeiten im Grunde noch insofern besonders vorteilhaft, als hier wegen der meist vorhandenen Feuchtigkeit sowohl der Verputz wie der Anstrich desselben durch die Nässe leiden. Die gleiche Ausführungsweise wurde an der Wasserseite bis hinauf zur Kronenhöhe beibehalten; doch waren an den Hängen die Abwässerungsrohre und die untere Lage Kiesbeton nicht nötig. Der erste Verputz griff hier unmittelbar auf den Fels am Mauerfuße hinüber.

An der Luftseite wurde das Mauerwerk, soweit der feste Fels anstand, etwa in $1\frac{1}{2}$ bis 2 m Höhe voll an die Felswand herangeführt. Wenn schon die rauhe und ausgezackte Sohle eine reiche Sicherheit gegen Verschieben der Mauer in der Richtung des Wasserdrucks bietet, so wird dadurch, daß sich der hintere Fuß der Mauer voll gegen den Fels stemmt, einer solchen Bewegung noch weiter entgegen gearbeitet.

Der Verputz an der Wasserseite ist für die Dichtigkeit der Sperrmauer ein sehr wesentliches Erfordernis. Denn das Mauerwerk für sich dicht herzustellen ist schwer, wenn überhaupt erreichbar, weil — abgesehen von etwaigen bei weniger guter Arbeit entstehenden Hohlräumen und wasserdurchlässigen Fugen — der Mörtel in der kellegerechten Verarbeitung nicht so geschlossen wird, als dies etwa bei der Herstellung von Probekörpern im Hammerapparat der Fall ist. Zu dem ist jeder Mörtel mehr oder weniger wasseraufnahmefähig. Er saugt das Wasser unter dem hohen Druck der Stauung auf und gibt es weiter, bis es an der Luftseite der Talsperre zum Vorschein kommt. Es empfiehlt sich daher, die Dichtigkeit einer Talsperre durch einen Verputz an der Wasserseite zu bewirken. Ohne einen solchen ausgeführte Mauern haben bisher meist Rieselungen gezeigt. Mit Rücksicht auf das feste Anhaften des Putzes auf der Mauerfläche ist es erwünscht, den Putz auf möglichst neues Mauerwerk aufzubringen. Im allgemeinen folgte die Putzarbeit dem Mauerfortschritt derart, daß sie um etwa 6 m unter der jeweiligen Maueroberfläche zurückblieb, wobei der Verputz in wagerechten Streifen von $1\frac{1}{2}$ bis 2 m Höhe aufgebracht wurde.

Nachdem der Verputz erhärtet und getrocknet war, ist er mit einem zweimaligen Siderosthenanstrich versehen worden. Dieser Anstrich hat den Zweck, alle noch etwa verhandenen feinen Poren des Verputzes, die sich selbst bei sorgfältigster Ausführung nicht immer vermeiden lassen, zu schließen. Es kommt hierbei also darauf an, eine Masse zu verwenden, die sich möglichst in den Mörtel einsaugt und, indem sie fest anhaftet, eine geschlossene, abdichtende Haut bildet. Der Anstrich sollte bei Hitze nicht treiben und bei Kälte und Feuchtigkeit nicht abblättern. Zur Ermittlung der zweckmäßigsten Anstrichmasse wurden Versuche an Probeputzflächen vorgenommen, wobei zur Probe kamen: Asphaltlack, sowie eine Mischung von 1 Teil Holzzement und 2 Teilen Goudron und Siderosthen, letzteres in der Herstellungsart für Maueranstrich.

Der Asphaltlack bildete einen geschlossenen, ziemlich anhaftenden Anstrich; aber er blieb nur auf der Oberfläche; die Lage war sehr dünn, und ein Eindringen in die Poren fand nicht statt; etwaige kleine Leerräume wurden mit einer feinen Haut überzogen und abgedeckt. Da somit die Hohlräume nicht ausgefüllt wurden, war zu befürchten, daß ein so dünner Überzug nur wenig Widerstand gegen äußere Einflüsse leisten würde. Die ganze Anhaftung war eine äußerliche.

Der Anstrich mit der Holzzement- und Goudronmischung drang in alle Poren gut vor und sog sich auch in den Verputz bis einige Millimeter ein. Die Mischung mußte sehr heiß aufgebracht werden. Aber die Flüssigkeit, selbst unmittelbar vom Feuer genommen, kühlte sich auf dem Mauerwerk schnell ab, so daß die Masse dickflüssig und der Überzug stark wurde. Infolgedessen traten in der Sonnenwärme Sackungen ein, die zwar nicht ein Abreißen herbeiführten, aber klebrige Gehänge verursachten. Der Anstrich wurde nicht leicht hart; unter einer festen Oberfläche blieb eine schmierige Beschaffenheit bestehen. Die Anhaftung an dem glatten Putz war nicht vollkommen; man konnte den Anstrich vielfach abschälen. Überdies ist ein dauerndes Heißhalten der Masse in Kesseln durch loderndes Feuer für die Handhabung auf der Baustelle sehr unbequem.

Siderosthen bildete einen dünnen, gutgeschlossenen, öl- bezw. teerartigen Überzug, der mit der vorerwähnten Masse gemeinsam hatte, daß er in alle Poren und etwaigen Risse des Putzes sich voll einsog. Er wurde schnell fest und haftete gut.

Vorbedingung ist für alle drei Stoffe, daß der Anstrich auf trocknem Putz aufgebracht wird. Von feuchter Unterlage läßt sich derselbe abheben oder kommt überhaupt nicht zur Anhaftung; besonders ist dies bei Holzzement und Goudron der Fall. Siderosthen haftet noch am besten auch auf frischer und etwas feuchter Putzfläche, ein Umstand, der für die Arbeiten im Grunde und nach Regenwetter von großem Wert ist. Auch zeigte es sich, daß dieser Anstrich über Winter in den Flächen, die in dieser Zeit frei den Witterungseinflüssen ausgesetzt gewesen waren, sich gut gehalten hatte.

l) Die Winterabdeckung der Mauer.

Nachtfröste im Gebirge und besonders in den Tiefen der Täler treten im Herbst frühzeitig und oft plötzlich und unerwartet auf. Es ist die Frage, in welchem Zeitpunkt unter solchen Umständen die Mauerarbeiten bei Talsperrenausführungen eingestellt werden sollen. Es ist zwar erwiesen, daß der Traßmörtel bis zu einem gewissen Grade gegen die Einwirkungen des Frostes unempfindlich ist. Versuche mit gefrorenem Traßmörtel, der auftaute und wiederholt fror, zeigten eine merkbare Abnahme der Abbindefähigkeit wie der Festigkeit nicht. Doch konnte man im Mauerbetriebe wahrnehmen, daß Teile in der oberen Kruste des Mörtels nach dem Auftauen eine staubförmige Beschaffenheit besaßen und ihre Bindefähigkeit verloren hatten. Die Frostbeständigkeit des als Masse gefrorenen Mörtels ist also noch kein Beweis, daß nicht die äußeren Teile, die dem Frost und beim Auf-

tauen gleichzeitig der Verdunstung unterliegen und ihren Wassergehalt verlieren, Schaden nehmen. Im allgemeinen aber wird man bei geringen Nachtfrösten, die durch eine höhere Temperatur am Tage ausgeglichen werden, so daß ein Auftauen des Mörtels stattfindet, mit dem Mauern nicht gleich aufhören dürfen. Man wird so lange arbeiten können, als sich die mittlere Wärme noch einige Grad über Null hält. Auch ließen die Vorgänge im Sengbachtal erkennen, daß eine Abdeckung des frischen Mauerwerks mit Säcken nachhaltigen Schutz selbst bei stärkeren Nachtfrösten während einiger Zeit zu geben vermag. Leider ist es bei der großen Fläche der Mauer nicht möglich, sie insgesamt abzudecken, dies kann im allgemeinen nur bei den am letzten Tage hergestellten Teilen geschehen; die anderen zwei bis drei Tage alten Stellen bleiben dem Frost ausgesetzt. Im übrigen aber wird man sich vergegenwärtigen müssen, daß es wenig von Belang sein kann, ob die Mauerarbeiten im Spätherbst, wo bei der Kürze der Tage und bei der oft schlechten Witterung ohnehin wenig geleistet wird, noch um einige Tage länger fortgesetzt werden. Was machen die wenigen Hundert Kubikmeter Mauerwerk, die unter solchen Umständen noch geleistet werden, gegenüber der Gesamtmasse der Talsperre aus? Dazu kommt, daß unter solchen Umständen eine wesentliche Verteuerung gegenüber dem gewöhnlichen Betriebe in guter Jahreszeit entsteht. Diese Erwägungen sollten für unser Klima in Deutschland dahin führen, daß die Mauerung von Talsperren etwa am 1. November — ohne Rücksicht auf die waltende Witterung — eingestellt wird, wenn es sich nicht vielleicht nur um die letzten oberen Mauerteile handelt, von deren Ausführung die Fertigstellung der Gesamtanlage und Inbetriebnahme abhängt. Zu diesem Zeitpunkte sollte mit der Abdeckung, deren Herstellung immerhin 10 bis 14 Tage dauert, begonnen werden.

Die Winterabdeckung der Mauer (Text-Abb. 12 u. 13) in der durchschnittlichen Höhe von + 117,60 N.N. geschah mit Sand

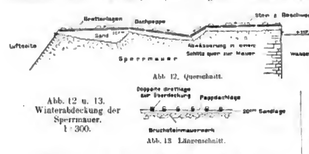


Abb. 12. Querschnitt.

Abb. 13. Längenschnitt.

Abb. 12 u. 13. Winterabdeckung der Sperrmauer. 1 : 300.

etwa 20 cm hoch, Brettern und einer Papplage, nachdem die Oberfläche vorher gereinigt und mit Stahlbürsten abgekehrt war. Eine Abgleichung des Mauerwerks war nicht angestrebt worden, sondern es wurde in voller Unregelmäßigkeit mit den Abtreppungen, wie sie der Stand der Arbeiten mit sich gebracht hatte, abgedeckt. In dieser Unregelmäßigkeit wurde gegenüber der Ausgleichung insofern ein Vorteil vermutet, als ein besserer Verband zwischen dem alten und späteren neuen Mauerwerk erhofft wurde. Eine derartige winterliche Unterbrechung gibt immerhin eine wunde Stelle ab; denn es findet zwischen altem und neuaufgebrachtem Mauerwerk nicht eine so innige Verbindung statt, wie bei gleichmäßig aufgeführtem Mauerwerk.

Die Reinigung der abgedeckten Mauer im Frühjahr 1902 erfolgte in der Weise, daß die Oberfläche mit Stahlbürsten und kräftigem Wasserstrahl gleichzeitig bearbeitet wurde, wodurch der Sand aus allen Fugen herausgekratzt und die Mauer wund geritzt wurde. Wo der Mörtel durch Frost gelitten hatte, wurde er mit eisernen Klammern und kleinen Spitzhämmern aus den Fugen gehackt, bis überall eine vollkommen reine und feste Mauerfläche erreicht war.

VIII. Der Stollen vom Sengbach- zum Wuppertale.

Der Stollen (Abb. 18 bis 21 Bl. 32) durchschneidet in einer graden Linie von 160 m Länge den Bergrücken, der das Sengbachtal vom Wuppertale trennt. Er liegt am unteren Ende der Rieselwiesen, etwa 4,50 m unter Geländehöhe im Sengbachtale. Durch die Tiefenlage des Sammelrohres der Wiesen wurde seine Sohlenlage bestimmt. Er nimmt drei Rohrleitungen auf: 1. die vom Vorbecken kommende 350 mm weite Trinkwasserleitung, 2. die 400 mm weite Trinkwasserleitung von den Rieselwiesen unterhalb der großen Talsperre und 3. die 700 mm weite Druckwasserleitung aus dem Hauptsammelbecken.

Zwischen den beiderseitig angebrachten Röhren ist ein mittlerer Gang vorhanden (Abb. 19 Bl. 32). Dieses Raumbedürfnis bedingte die Abmessungen des Ausbruchquerschnittes, der mit 2 m Breite und 2,20 m Höhe und rd. 5 cbm Felsausbruch auf 1 m Länge auf das knappste Maß eingeschränkt worden ist.

Das Lenneschiefergebirge ist im allgemeinen standfest, so daß die Ausmauerung des Stollens nur an einigen weniger guten Stellen erforderlich wurde. Die Mauerung, 38 cm stark, ist in Ziegeln in Zementtraßmörtel (1 Zement, $^1/_2$ Traß, 4 Sand) ausgeführt worden. Die Hohlräume zwischen den hinteren Flächen der Ausmauerung und dem Gebirge sind durch Steine fest ausgepackt worden, so daß eine unmittelbare Übertragung des Gebirgsdruckes stattfindet. Eine besondere Isolierung und Abdichtung ist nicht ausgeführt. Für Abwässerung ist durch Rohre von 50 mm Durchmesser gesorgt, die in den Wandungen dicht über der Sohle eingelegt sind. Die Stollensohle ist mit Stampfbeton (1 Zement, 3 Sand, 8 Kleinschlag) abgeglichen. Es ist Quergefälle nach einem mittleren Abzugsschlitz vorhanden, welcher durch eine Bohlenbahn auf eisernen Stützen langaus abgedeckt ist. Die beiden unteren Rohre sind auf Betonklötzen von etwa 20 cm Höhe in 2 m Entfernung, das obere 400 mm weite Rohr auf eisernen, zum Teil eingemauerten, zum Teil in den Fels einzementierten Konsolen verlegt worden. Die Rohre haben Muffendichtung. Die Abdichtung ist in gewöhnlicher Weise durch Vergießen mit Blei ausgeführt. Ausdehnungsvorrichtungen sind nicht vorhanden. Die Stollenmundlöcher sind abgeschlossen durch zwei Vorbauten in einfacher Ausstattung aus Ziegelmauerwerk, deren Dachdeckung aus Holzzement auf Schwemmsteinkappen zwischen eisernen Trägern besteht.

Bauausführung. Der Durchbruch des Stollens wurde vom Wuppertal aus begonnen, wohin das Gefälle ging. Da erwartet werden konnte, daß der Fortgang der Tunnelarbeiten auch bei dieser Art des Vorbaues ein genügender sein und im Einklang mit dem Baufortschritt der übrigen Anlagen bleiben würde, wurde davon Abstand genommen, die Durch-

bohrung beiderseitig in Angriff zu nehmen, zumal die tiefe Lage des Stollens im Sengbachtale eine vermehrte Wasserhaltung notwendig gemacht haben würde. Es wurde Tag- und Nachtbetrieb eingerichtet. Die Bohrung erfolgte von Hand; die Zündung mittels Zündschnur. Auf jedes Meter des Vorbaues waren etwa 7 bis 8 Bohrlöcher erforderlich, die meist 1 m tief waren. Jedes Bohrloch wurde je nach der Festigkeit des Gesteins (Grauwacke oder Schiefer) und nach der zu erzielenden Wirkung mit 4 bis 5 Patronen Dynamit geladen. In jeder Schicht arbeiteten vier Mann. Die Arbeit litt zeitweise darunter, daß starkes Rieseln von der Decke des Stollens stattfand. Obwohl der Stollen in seiner Mitte mehr als 40 m mit Fels überdeckt war, konnte doch bemerkt werden, wie die Feuchtigkeit im Berginnern mit den äußeren Niederschlägen schwankte und bei länger anhaltendem Regen zunahm. Der Wasserzutritt war stets am größten vor Kopf. Absteifungen wurden nur in geringem Umfange notwendig.

Eine künstliche Lüftung des Stollens war nicht eingerichtet. Mit tieferem Eindringen machte sich dieser Umstand sehr bemerkbar, und man mußte nach dem Abfeuern der Bohrschüsse stets eine geraume Zeit verstreichen lassen, bis sich der Dunst allmählich verzog. Es scheint, daß die Länge von 150 bis 160 m als Grenze anzusehen ist, bis zu welcher man ohne künstliche Lüftung auskommen kann. Das Herausschaffen der Materialien geschah auf einem Arbeitsgleis von 60 cm Spurweite. Der Fortschritt des Tunnelausbruchs betrug in einer Arbeitsschicht von 24 Stunden rund 1 m. Es wurden im ganzen 1120 cbm Fels gelöst.

IX. Das Wehr in der Wupper.

Das Wehr (Abb. 11 bis 17 Bl. 32) hat eine im Grundriß gekrümmte Form, die sich aus zwei Geraden von je rd. 16 m Länge und einem in der Mitte eingeschalteten Bogenstück von 18 m Halbmesser zusammensetzt. Die Form ist damit annähernd die einer Parabel. Die neue Wehrkrone liegt mit + 88,4 N.N. um 50 cm höher als die alte, und es war die Forderung zu erfüllen, daß die größte bekannte Abflußmenge der Wupper von 385 cbm in der Sekunde darüber hinwegfluten konnte, ohne daß der bisherige Hochwasserspiegel gehoben wurde. Daraus ergab sich die eigenartige Grundrißform, die nötig war, um die rechnerisch ermittelte Überlauflänge von 66 m zu erzielen. Diese Form liefert aber auch den Vorteil, daß das Wehr neben seiner Standsicherheit als stützender Körper noch eine erhöhte Sicherheit gegen den Wasserdruck infolge der Gewölbewirkung bietet.

Die Bauart des Wehrs ist eine massive. Im Entwurf war die Herstellung des Oberbaues in Bruchsteinmauerwerk vorgesehen, und nur die Wehrkrone sollte Beton mit einem glatten Verputz erhalten. Zur Beschleunigung des Baues und um es möglich zu machen, daß die Arbeiten auch über Nacht betrieben werden konnten, wurde während der Ausführung Abänderung dahin getroffen, den ganzen Wehrkörper und seine beiderseitigen Flügel in Beton herzustellen. Die feingegliederten Mauerteile der Einlaßschleuse waren überdies in diesem Baustoff leichter zu formen als in Bruchsteinen zu mauern. In dieser Möglichkeit, flotter zu arbeiten, sowie in der Verwendbarkeit ungelernter Arbeiter liegt ein Vorzug des Betons gegenüber dem Mauerwerk — ein Umstand, der in abgelegenen Gebirgstälern wesentlich ins Gewicht fällt.

Die vor Inangriffnahme des Entwurfs angestellten Bodenuntersuchungen hatten ergeben, daß das Wupperbett an der Stelle, an welcher das Wehr erbaut werden sollte, zur Hälfte aus Fels, zur anderen Hälfte aus Kiesablagerung bestand. Dieser Beschaffenheit des Untergrundes entsprechend wurde eine doppelte Gründung des Bauwerkes erforderlich. Auf der linken Hälfte ist das Wehr unmittelbar auf den Fels (Abb. 15 Bl. 32), auf der rechten Seite im Kiesboden zwischen Spundwänden auf Betonunterlage (Abb. 16 Bl. 32) gegründet. Die Spundwände sind in Abständen von 3 m durch eiserne Anker zusammengehalten, die sich durch die Steinpackung bis zur letzten Pfahlwand fortsetzen. Der Wehraufbau besteht aus einem Kern mit abgerundeter Krone, starkem Abfall und sich daranschließendem Sturzbett von 3,50 m Länge. Hinter diesem Sturzbett liegt die eben erwähnte Steinpackung von 5 m Länge, die in der Abflußrichtung etwas ansteigt, um die Gewalt des abströmenden Wassers zu mildern. Die Mischung des Betons, der vollständig im Trocknen eingebracht und gestampft werden konnte, ist: 1 Rtl. Portlandzement, 3 Rtl. Rheinsand (grobkörnig), $^1/_4$ Rtl. Traß, 6 Teile Kleinschlag in einer Größe von 2 bis 8 cm Seitenlänge. Die Wehrkrone, der Wehrrücken und der Abfallboden sind mit einem Verputz von 3 cm Stärke in der Zusammensetzung 1 Rtl. Zement, $^1/_2$ Rtl. Traß, $^1/_3$ Rtl. Kalkbrei, $2^1/_2$ Rtl. gesiebter Rheinsand versehen, welcher eine vollkommen geglättete Oberfläche erhalten hat. Auch die obere lotrechte Wandung des Wehrkörpers unterhalb der Stein- und Lehmabdeckung und herab bis zur Spundwand bezw. zum Fels ist 2 cm stark verputzt worden, um ein Eindringen des Wassers in den Beton des Wehrkörpers und somit inneren Auftrieb zu verhindern. Der Wehrkörper ist an der Oberwasserseite noch durch eine Schüttung aus Lehm abgedichtet worden. Diese Lehmschüttung wird überdeckt durch eine Steinpackung aus großen Steinen. Diese soll den Wehrkörper vor dem Angriff des Wassers schützen und ist ausgekehlt, um den Wasserüberlauf zu erleichtern.

Die Standsicherheit des Wehres wurde für H. H. W. und Mittelwasser berechnet. Bei Hochwasser wirken auf den Wehrkörper folgende Kräfte ein: 1. Die Auflast des überströmenden Wassers. 2. An der Oberseite: der Wasserdruck von der Wehrkrone + 88,4 bis zur Gründungssohle + 83,75 und der Erddruck der kleinen Lehmanschüttung, verstärkt durch die Auflast der Steinpackung. 3. Von der Unterseite der Wasserdruck von + 88,0 bis zur Gründungssohle + 83,75. 4. Von unten her der Auftrieb des Wassers; an der Oberwasserseite mit 89,7 bis 83,75 = 5,95; an der Unterwasserseite mit 88,0 bis 83,75 = 4,25 m. Der Auftrieb wurde in voller Stärke angenommen.

Die Untersuchung zeigte, daß die Stützlinie in der Nähe der Mauermitte liegt, und ergab eine Beanspruchung des Untergrundes von 0,28 kg/qcm bei vollem Auftrieb. Ohne Auftrieb betrug die Belastung 0,88 kg/qcm. Für Mittelwasser beträgt der Oberwasserstand + 88,50; der Unterwasserstand ist fehlend und daher der Druck und der Auftrieb von dieser Seite = 0 angenommen. Die entsprechend dieser Belastung durchgeführte Berechnung ergab als größte

Belastung des Untergrundes 0,42 kg/qcm bei vollem Auftrieb und 0,71 kg/qcm ohne Auftrieb.

Die Einlaßschleuse (Abb. 11 Bl. 32) im Anschluß an das linksseitige Ende des Wehrs eröffnet den Zugang zum Betriebskanal. Die Schleuse, für welche der Raum durch Aussprengung in dem stark vorspringenden Felskopf gewonnen werden mußte, besteht aus vier Öffnungen von je 2 m l. W. In den mit einem Verputz von 2 cm Stärke versehenen Beton sind an besonders beanspruchten Stellen Basaltlavaquadern eingeschaltet. Die linksseitigen Schleusenmauern sind unmittelbar an den Fels anbetoniert. Die darüber bis zu einer Höhe von 12 m aufstehende Felswand ist je nach der Beschaffenheit des Gesteins in 2:1 bis 3:1 abgeböscht.

Die Beschaffenheit des Wupperwassers, welches durch die Schmutzwässer der Städte Elberfeld und Barmen und durch die Abwässer der an der Wupper gelegenen Fabriken und Färbereien arg verunreinigt ist, machte es notwendig, eingehende Vorsichtsmaßregeln zur Beseitigung der am Kanaleinlauf im besonderen Maße zu erwartenden Schlammablagerungen zu treffen. Es ist deshalb oberhalb des Einlaufs eine Rinne von 2 m Breite und 0,50 m Tiefe eingelegt. Durch Ziehen eines im linken Wehrpfeiler gelegenen Schützes erfolgt die Spülung. Diese Schleuse dient bei Hochwasser zugleich als Entlastungsschleuse. Hinter den Schützpfeilern befindet sich ebenfalls eine Rinne von 4 m Breite und 0,5 m Tiefe, welche durch Ziehen von Schützen gereinigt werden kann. Die drei Spülschleusen von je 1,50 Breite und 60 cm Höhe werden durch Schütztafeln aus 8 cm starken eichenen Bohlen abgeschlossen. Die Öffnungen sind durch eiserne **I**-Träger überdeckt und überbetoniert.

Die Mittelpfeiler der Einlaßschleuse (Abb. 14 Bl. 32) sind in genietetem Schmiedeeisen hergestellt. Es geschah dies, um Raum zu sparen. Die Pfeiler werden gebildet aus einer schmiedeeisernen Ummantelung, deren Innenraum zur Erzielung größeren Gewichts mit Beton ausgefüllt ist. Die Schütztafeln bestehen aus eichenen Bohlen von 8 cm Stärke. Zur leichteren Bedienung der 2,20/2,70 m großen Tafeln sind diese als Rollschütze ausgeführt. Der seitliche Anschluß an die Pfeiler ist durch eine Holzleiste vermittelt, die durch eine Eisenfeder in Spannung und zum dichten Anliegen gebracht wird. Das Aufziehen geschieht durch Windewerke von einer hochwasserfreiliegenden Bühne, welche von den eisernen Pfeilern getragen wird.

An beiden Ufern ist im Anschluß an den Wehrflügel auf 15 m Länge Böschungspflaster in Zementmörtel auf Betonunterlage hergestellt, welches am Fuße seinen Stützpunkt in einer 2 m langen, 10 cm starken und rückwärts verankerten Spundwand findet. Daran schließt sich auf etwa 70 m Länge Steinbewurf von 30 cm Stärke, welcher über Hochwasser reicht.

Bauausführung. Die Wupper hat an der Baustelle, die etwa 1 km unterhalb der kleinen Stadt Burg liegt, noch die Beschaffenheit eines Gebirgsflusses. Von den steilen, zum Teil felsigen und kahlen Hängen ihres Niederschlagsgebietes läuft das Wasser schnell ab; das Gefälle ist stark. Plötzliche, kurzanhaltende Hochfluten wechseln ab mit sehr niedrigen Wasserständen. Es sind jährlich 10 bis 12 größere Anschwellungen beobachtet worden. Die früher erwähnte Anlegung von Sammelbecken in ihrem oberen Gebiet hat zwar ausgleichend auf ihre Wasserführung eingewirkt, aber dennoch zeigte sich auch während der Bauausführung des Wehres in einer plötzlichen Anschwellung die Natur des Flusses, der im August 1900 infolge eines starken Gewitterregens in drei Stunden von seinem gewöhnlichen Stande um mehr als 1 m anschwoll und bedeutende Wassermassen herunter brachte, während sich bereits nach 24 Stunden wieder der alte Zustand einstellte. Unter dem Einfluß dieser Wasserverhältnisse stand die Ausführung des Wehrbaues.

Die allgemeine Arbeitsordnung war durch die örtlichen Verhältnisse gegeben (Abb. 2 Bl. 34). Um das Bett der Wupper für den Einbau des Wehrkörpers trocken zu legen, mußte ihr Wasser durch den alten Obergraben umgeleitet werden, wobei das vorhandene 25 m oberhalb belegene Steinwehr zu einem Fangedamm hergerichtet wurde. Zur Durchführung dieses Planes wurde zunächst im Obergraben der rechte Wehrflügel bis zur Höhe der Grabensohle fertig gestellt und sodann über seine Fundamente ein hölzernes Gerinne geschlagen, das in Übereinstimmung mit dem Querschnitt des alten Grabens 4 m breit und 2 m hoch war. Zu gewöhnlichen Zeiten faßte der Obergraben das zufließende Wasser vollkommen. Wenn man sich aber vergegenwärtigt, daß das Gerinne nur 8 qm Durchflußweite hatte, so daß eine Wasserführung von 32 cbm, wie sie öfters vorkam, schon eine Wassergeschwindigkeit von 4 m bedingte, die notwendig durch eine Aufstauung oberhalb herbeigeführt werden mußte, so wird klar, in welcher Gefahr die Baugrube ständig stand. Zweimal wurde sie bei plötzlich auftretenden Fluten überschwemmt.

Die Erd-, Ramm- und Betonierungsarbeiten des Wehrkörpers wurden darum in fast ununterbrochenem Tag- und Nachtbetrieb bis zur Fertigstellung gefördert. Die Rammarbeiten der Spundwände in sehr grobem, teilweise mit großen Steinen durchsetztem Kies gelangen besser als erwartet werden konnte. Günstig wirkte hierbei der Umstand, daß mit einer spitz zugeschmiedeten Eisenbahnschiene vorgerammt wurde, bevor die mit eisernem Schuh versehenen Spundbohlen eingesetzt wurden. Kleinere Steine wurden dadurch bei Seite geschoben und schiefriges Gestein durchstoßen. Die Mischung des Betons, von welchem insgesamt rd. 1520 cbm hergestellt wurden, erfolgte von Hand auf einer über dem Gerinne hergerichteten Bühne.

Im Oktober des Baujahres 1900 gab ein Hochwasser Gelegenheit die Standfestigkeit des noch unfertigen Wehres unvermutet zu prüfen. Nach heftigen Regengüssen erfolgte eine Anschwellung der Wupper, und der auf der Krone des alten Wehres errichtete Damm brach unter dem Druck des sich vor dem Umlauf stauenden Wassers. Die Abflußmenge der Wupper betrug zur Zeit des Durchbruches etwa 30 cbm/sec. Die Baustelle wurde unter Wasser gesetzt. Der Strom nahm seinen Weg teils durch das Gerinne des Obergrabens, der bordvoll gefüllt war, teils am linken Hange über die schon eingebrachte Fundamentsohle der Einlaßschleuse. Das Oberwasser des Wehres staute sich bis 20 cm unter Kronenhöhe. Der Beton der Wehrkrone war noch nicht eine Woche, der übrige Wehrkörper über Höhe des Abfallbodens etwa 14 Tage alt. Dieser frische Mauerkörper hatte einen Wasserdruck von mehr als 2 m auszuhalten. Dazu kam, daß die lotrechte Wand nach dem Oberwasser noch nicht verputzt war. Das Wasser konnte in den immerhin porösen Beton eintreten,

woraus sich ein innerer Auftrieb entwickeln mußte. Der Wehrkörper stand und zeigte sich im wesentlichen auch dicht. Die kleinen Undichtigkeiten verschwanden, nachdem späterhin die erwähnte Wand verputzt war. Als das Hochwasser abfiel, gelang es in einigen Tagen, allerdings unter mühevoller Aufwendung einer großen Zahl von Sandsäcken, Holzwerk, Steinen und Lehm den Damm über dem alten Wehr im durchströmenden Wasser zu durchbauen und zu schließen.

Die Arbeiten mußten bei eintretendem Frost mit Ende des Jahres 1900 unterbrochen werden. Ihre Vollendung geschah dann im Mai 1901. Es war damit ein Bau zum Abschluß gebracht, der während der ganzen Zeit der Ausführung infolge der schwierigen Wasserverhältnisse Gegenstand ununterbrochener Sorge gewesen war. Das fertige Wehr mit Einlaßschleuse stellt Text-Abb. 14 dar.

X. Der Betriebskanal vom Wehr zum Kraftwerk.

Der Betriebskanal ist im Anschluß an die Einlaßschleuse auf etwa 150 m Länge in den linken Felshang eingeschnitten und im übrigen in das Vorland eingebettet, welches sich zwischen der linksseitigen Bergkuppe und der Wupper ausbreitet. Dieses Vorland überdeckt den Fels, der sich im Grunde von einem Hange zum anderen hinzieht, und besteht in seinen tieferen Lagen aus Kiesbänken, die als alte Ablagerungen des Flusses anzusehen sind; darüber befindet sich eine Lehm- und Tonschicht von wechselnder Mächtigkeit (0,4 bis 3 m), eine Anschwemmung der Verwitterungsprodukte der angrenzenden Höhen. Die Gesamtlänge des Kanals im Ober- und Unterwasser beträgt 1170 m.

Nächst dem Einlaufe ist der Kanal auf 200 m zwischen gemauerten Wandungen bei einer Sohlenbreite von 8 m hergestellt (Abb. 13 Bl. 32). Der in windschiefen Flächen gemauerte Übergang erweitert sich zu einem Querschnitte von ebenfalls 8 m Sohlenbreite, der unter dem gewöhnlichen Wasserspiegel in 1:2, darüber und bis zur Dammkrone in $1:1\frac{1}{2}$ abgeböscht ist (Abb. 17 Bl. 32). Die Einlaufsohle liegt auf + 87,0 N.N., die Einmündung in die Pumpstation auf + 86,3. Der Kanal ist imstande, bei einem Gefällverlust im Wasserspiegel von 0,5 m das Mittelwasser der Wupper von 12 cbm/sec. abzuführen. Die Wasserspiegelhöhe am Einlauf beträgt dann + 88,4 N.N. (Wehrkronenhöhe), an der Pumpstation + 87,90 N.N., während sich bei Stillstand des Wehrs ein wagerechter Wasserstand von + 88,5 als Überlaufhöhe des Wehres einstellt. Das Niedrigwasser der Wupper an der Ausmündung des Unterwasserkanals liegt auf 82,80, so daß bei diesem Wasserstande in der Pumpstation ein Nutzgefälle von 5,1 m vorhanden ist. Bei Hochwasser + 89,70 vermag der Kanal mit 20 cm Spiegelgefälle 20 cbm/sec den Turbinen zuzuführen; das Nutzgefälle an dem Kraftwerk beträgt dann 3,5 m. Die Kanaldämme sind mit + 90,20 noch 50 cm über diesen höchsten Wasserstand aufgeführt.



Abb. 14. Wehr in der Wupper mit Einlaßschleuse und Betriebskanal.

Die Kanalmauern sind in Bruchsteinmauerwerk und Traßmörtel im Mischungsverhältnis 1 Raumt. Kalkbrei, $1\frac{1}{4}$ Rt. Traß und 2 Rt. Rheinsand ausgeführt. Die Mauern sind zum größten Teil auf Fels, zum andern Teile auf festgelagerten Lehm- und Gerölleboden gegründet. In dem übrigen Teile des Betriebskanals liegt der gewöhnliche Wasserspiegel durchweg fast genau in der Höhe des ursprünglichen Geländes. Die Schüttung der Dämme besteht aus dichtem Lehmboden. Die Böschungen sind bis zur normalen Betriebswasserhöhe durch Steinschüttung gesichert. Zur Befestigung der Sohle sind in je 50 m Entfernung aus schwerem Steinmaterial gepflasterte Querschwellen von 75 cm Breite eingebaut.

Der Unterwasserkanal hat die gleichen Querschnittsabmessungen. Da das ursprüngliche Gelände zwischen Kanal

und Wupper zum Teil niedriger lag als das höchste Hochwasser, + 86, so wurde, um ein Überströmen dieses Geländes und die Verschlammung des Kanalauslaufes zu verhindern, dieses Gelände aufgehöht und der auslaufende Kopf zwischen Kanal und Wupper durch Steinabdeckung gesichert.

Während der Ausführung hatte sich gezeigt, daß Quellungen und Wasseradern, die von dem vom Berge herkommenden Wasser gespeist wurden, den Bestand der linksseitigen Böschungen des Kanals gefährdeten und Rutschungen herbeizuführen drohten. Es schien daher geboten, dieses Bergwasser durch eine außerhalb des Dammes anzulegende Entwässerungsanlage abzufangen, die zum größten Teil als offner Graben, in der Nähe der Pumpstation jedoch als Drainage angelegt ist. Die Entwässerung hat ihre Vorflut nach dem Unterwasser des Kanals.

Um eine durch den Kanal unterbrochene Fahrverbindung wiederherzustellen, war es notwendig, denselben etwa 175 m oberhalb des Kraftwerkes zu überbrücken. Die Brücke ist in Eisen als Parallelträger mit abgeschrägten Endfeldern bei 20 m Spannweite und 7 m Nutzbreite hergestellt. Fahrbahn und Fußwege haben Bohlenbelag. Die Landpfeiler sind in Bruchsteinmauerwerk und Zement-Traßmörtel aufgeführt und auf dem standfesten Lehmboden unmittelbar gegründet. Die Böschungen sind unter der Brücke zu erhöhtem Schutz bis zu den Pfeilern hinauf mit Bruchsteinpflaster abgedeckt. Die überbrückte Fläche beträgt 150 qm.

Bauausführung. Die Bewegung der Erdmassen am Kanal geschah durch eine Arbeitsbahn von 60 cm Spannweite mit Lokomotivbetrieb. Da der Aushub die zur Schüttung der Dämme erforderlichen Erdmassen bei weitem übertraf, so war eine Auswahl der besten Erde für die Dammschüttungen möglich. Der Überschuß diente teils zur Verbreiterung der rechtsseitigen Kanaldämme, teils zur Aufhöhung sumpfigen Geländes, wie es sich in den Wiesen der Gebirgstäler oft bildet, wenn sie am Fuße von steilabfallenden Hängen liegen und undurchlässige Ablagerungen den Abzug des Bergwassers nach dem Flusse verhindern.

Unter den Dammschüttungen wurde die Grasnarbe in 15 bis 20 cm Stärke abgehoben und der gewachsene Boden künstlich aufgerauht. Die Erdarbeiten am Kanal, die im Frühjahr 1900 begonnen hatten, wurden im Winter 1900/1901 trotz ziemlich strengen Frostes fortgesetzt. Es geschah dies einerseits, um mit dem Bau vorwärts zu kommen, anderseits aber auch, um den Arbeitern solange als angängig, Arbeitsverdienst zu ermöglichen. Es fand sich hierbei Gelegenheit zu Beobachtungen über die Sprengwirkung von Dynamit in gefrorenem Boden. Bei zunehmender Kälte konnte die Ausführung nur dadurch aufrechtgehalten werden, daß die obere, aus Lette bestehende Kruste, die hart gefroren war, gesprengt wurde. Darunter lagerte Kies, der weniger frostempfindlich war und sich mit der Hacke lösen ließ. In den gefrorenen Boden wurde wie in Fels ein Bohrloch vorgetrieben und die Dynamitpatrone eingebracht, die dann mittels Zündschnur und Sprengkapsel entzündet wurde. Die Sprengwirkung war jedoch eine geringe und stand nicht im Verhältnis zu den entstehenden Kosten, so daß, da die Kälte anhielt, die Erdarbeiten eingestellt wurden.

Die Sohle und der untere Teil der Böschungen des Kanals liegen, wie bemerkt, zum großen Teil in kiesigem Boden. Diese Kiesablagerung zieht sich unter einer Lehmschicht bis zur Wupper hin. Vorgänge während der Bauausführung deuteten auf die starke Durchlässigkeit des Untergrundes hin. Da die Kanalsohle durchweg um mehrere Meter über dem Wasserspiegel der Wupper lag, so wäre bei Füllung des Kanals mit reinem Wasser ein starker Wasserverlust unvermeidlich und in Erkenntnis dessen eine besondere Abdichtung der Sohle und Böschungen des Kanals notwendig gewesen. In Anbetracht jedoch des stark schlammhaltigen Wassers der Wupper wurde vorausgesetzt, daß in kurzer Zeit die Poren des Kiesbettes sich verstopfen würden, indem das infolge Überdrucks des Kanalwasserstandes nach der Wupper hinrieselnde Wasser den Schlamm mit sich zieht. Diese Annahme wurde nicht getäuscht, und es war bemerkenswert, den Vorgang der Abdichtung zu verfolgen. In den ersten Tagen nach der Füllung des Kanals war ein starkes Rieseln am linken Wupperufer auf einer Strecke von mehreren hundert Metern bemerkbar. Das Wasser hatte dabei vom Kanal bis zur Wupper im Untergrunde einen Weg von 20 bis 80 m zurückzulegen. Das trübe Wasser aus dem Kanal trat am Wupperrande vollkommen klar aus. Der Wasserverlust war anfangs ziemlich erheblich, verminderte sich dann aber, und nach Verlauf einiger Wochen waren Durchsickerungen nicht mehr wahrzunehmen. Die Kosten der Abdichtung waren auf diese Weise erspart worden.

Die Fertigstellung der gesamten Arbeiten am Kanal erfolgte im Frühjahr 1901. Es wurden im ganzen 4700 cbm Fels und 41000 cbm Erdmassen bewegt.

(Schluß folgt.)

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.



HERAUSGEGEBEN
IM
MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

BEGUTACHTUNGS-AUSSCHUSZ:

Dr.-Ing. Dr. H. ZIMMERMANN, GEHEIMER OBER-BAURAT. O. HOSSFELD, GEHEIMER OBER-BAURAT. L. SYMPHER, GEHEIMER BAURAT.

SCHRIFTLEITER:

OTTO SARRAZIN UND FRIEDRICH SCHULTZE.

JAHRGANG LIV. **1904.** HEFT X BIS XII.

INHALT:

Für den Buchbinder.

Beim Einbinden des Jahrgangs sind die „Statistischen Nachweisungen“ aus den einzelnen Heften herauszunehmen und — in sich entsprechend geordnet — vor dem Inhaltsverzeichnis des Jahrgangs dem Übrigen anzufügen.

BERLIN 1904.
VERLAG VON WILHELM ERNST u. SOHN
GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.
WILHELMSTRASSE 90.

☛ In diesem Hefte befinden sich folgende Beilagen: ☚

O. Fritze & Co., G. m. b. H., Farben-, Lack- und Firnißfabrik, **Offenbach a. M.**, betr.: **Crudol**, Hitze vertragend, in allen Farbentönen zum Anstrich von Heizkörpern usw. [27.]

Oberschlesische Apparate-Bauanstalt **Lubinus, Stein & Co., Kattowitz (O.-Schl.)**, betr.: Preisliste H. **Schmiedeeiserne Arbeiter-Kleiderschränke und gußeiserne Waschtische.** [28.]

Paul Neff Verlag (Carl Büchle), **Stuttgart**, Senefelderstr. 25a, betr.: **Jakob Burckhardt, Geschichte der Renaissance in Italien.** 4. Aufl. Herausgegeben von Prof. Dr. Holtzinger in Hannover. [29.]

Hans Herzfeld, Ingenieur-Bureau für Licht und Wärme, Laternenfabrik, **Halle a. S.**, Bergstr. 7, Ecke der Kl. Ulrichstr., betr.: **Neue Hallesche Rundmantellaterne** für Petroleum, Spiritusglühlicht und andere flüssige Brennstoffe, sowie Zubehörteile. [30.]

Aug. Bühne & Co., Metallzerkleinerungswerk, **Freiburg i. Br.**, betr.: **Bühne's Muffendichtung** für Gas- und Wasserleitungsrohre. Patente angem. [31.]

Actien-Gesellschaft für Gas und Elektricität. Abt.: Eisengießerei, vorm. **E. von Koeppen & Cie., Köln-Ehrenfeld**, Gutenbergstr. 27, betr.: **Schmiedeeiserne Kandelaber**, sämtliche Ausführungen gesetzlich geschützt. [32.]

JAHRGANG LIV. 1904. HEFT X BIS XII.

Die neue St. Jakobikirche in Peine.

Vom Architekten E. Hillebrand in Hannover.

(Mit Abbildungen auf Blatt 53 bis 55 im Atlas.)



Abb. 1. Ansicht von Westen.

Abb. 2. Grundriß.

Nachdem zu Beginn der neunziger Jahre die Jakobigemeinde in Peine den Entschluß gefaßt hatte, an Stelle ihres aus dem Ende des 17. Jahrhunderts stammenden baufälligen Gotteshauses ein neues zu errichten, beauftragte der Kirchenvorstand den Verfasser mit der Lieferung des Entwurfs für den Neubau, welcher auf dem Platze der alten Kirche errichtet werden sollte. Der anfänglich für 900 Sitze berechnete Entwurf wurde noch in letzter Stunde für 1000 Sitze umgearbeitet und in seiner neuen Gestalt dem Bau zugrunde gelegt. Er gelangte unter der Oberleitung des Verfassers zur Ausführung, während die örtliche Leitung in den Händen des Architekten M. Rößler lag. Nach Abbruch der alten Kirche erfolgte am 5. August 1896 die Grundsteinlegung und am 19. März 1899 die festliche Einweihung des neuen Gotteshauses.

Der im Mittelpunkte der Stadt zwischen Breitestraße und Echternstraße ringsum freiliegende Bauplatz (Text-Abb. 4), auf den von mehreren Seiten Nebenstraßen zuführen, hat bei ausreichender Länge eine verhältnismäßig geringe Breite. Es war daher geboten, die Breitenmaße des Bauwerks tunlichst einzuschränken. So zeigt der Grundriß (Text-Abb. 2) einen langgestreckten Innenraum von rechteckiger Form, der am Turmende und durch die seitlichen Vorsprünge des Querschiffs und Chores etwas erweitert wird. Auch im äußeren Gesamtbilde kommt der Langhausbau mit seinem einfachen Satteldach entschieden zur Geltung, namentlich dadurch, daß die Flügel des Querschiffs und die Chorerweiterungen mit ihren Dächern niedriger abschließen als das Hauptdach. An der westlichen Schmal- und Eingangseite, welche der Breitestraße zugekehrt ist, erhebt sich der quadratische Glockenturm mit seitlichen Treppenhäusern und deren niedrigen Vorräumen. Das Ostende der Kirche wird durch den rechteckigen Chor abgeschlossen, an den sich in niedrigen



Abb. 3. Choransicht von Norden.

Anbauten zwei Sakristeien anlehnen (vgl. Text-Abb. 2 u. 3 und Abb. 4 Bl. 53).

Die Kirche enthält drei getrennte und in verschiedener Höhe angebrachte Emporen, die Orgelempore vor dem Turm und die beiden Querschiffsemporen, von denen die südliche wegen der Nähe der Kanzel etwas zurückgerückt ist. Zur Orgelempore führen von den westlichen Vorhallen aus zwei Treppen, welche etwas oberhalb der Traufhöhe des Kirchendaches turmartig abgedeckt sind. Die Querschiffsemporen haben jede eine besondere Treppe erhalten, welche in dem Winkel zwischen Langhaus und Querschiff vorgebaut ist und mit ihrem Pultdache unterhalb der Fenster des Langschiffs abschließt. Von den beiden Wendeltreppen am Ostgiebel führt die eine zu dem unter dem Chore befindlichen Heizkeller, während beide als Zugänge zu dem Dachboden dienen. Zur Glockenstube gelangt man mittels der auf der Südseite des Turmes teilweise vorgekragten steinernen Wendeltreppe; weiter hinauf im Turm führen hölzerne Treppen und Leitern. Die Kirche umfaßt 1000 feste Sitze von je 50 cm Breite und 84 cm Länge, von denen 764 im Erdgeschoß und 236 auf den Emporen untergebracht sind. Alle haben den ungehinderten Ausblick auf Kanzel und Altar; auch befinden sich im Mittelschiff nicht mehr als neun Sitze auf einer Bank. Aus Ersparnisrücksichten wurde auf die Anlage von Seitenschiffen verzichtet; dagegen haben die Umfassungen des Langhauses im Erdgeschoß spitzbogige Mauerblenden erhalten, welche tief genug sind, um darin eine Sitzbank unterzubringen. Im Obergeschoß sind die Langhausmauern etwas nach innen gerückt; dadurch entsteht in Emporenhöhe außen jederseits ein Mauerabsatz, welcher zu einem Laufgange vor den oberen Fenstern ausgenutzt und von der Orgelempore aus zugänglich gemacht ist. Den Kirchengängern stehen sieben Außeneingänge zur Verfügung, nämlich ein Haupteingang unter dem Turm und jederseits drei Nebeneingänge. Außerdem befinden sich am Chor ein äußerer Eingang zum Vorraum der Sakristeien und einer zur Kellertreppe.

Über die Stellung von Kanzel, Altar, Taufbecken und Orgel, welche von dem Üblichen nicht abweicht, ist nichts besonderes zu bemerken. Altar und Kanzel sind aus Stein hergestellt. Das Taufbecken aus Bronze (Text-Abb. 7) mit der Jahreszahl 1561, eine figurenreiche Hildesheimer Arbeit, ist aus der alten Jakobikirche übernommen, ebenso die beiden Glocken. Von den übrigen alten Stücken verdient namentlich das in der nördlichen Chorerweiterung wieder aufgestellte Graf Schwiecheldtsche Epitaph (Text-Abb. 8) aus dem 16. Jahrhundert, welches zuletzt als Altarrückwand benutzt wurde, besondere Beachtung. — Die Kirche ist im frühgotischen Stil erbaut (vgl. Text-Abb. 1 u. 3 und Bl. 53). Sämtliche Außenmauern sind aus Sandstein in Grandkalkmörtel mit etwas Zementzusatz ausgeführt. Die Sandsteine wurden zumeist aus den Deister, Osterwalder und Sünteler Brüchen bezogen und zu den äußeren Einfassungen und Gesimsen als Werkstein scharriert, ferner zu den schlichten Außenseiten als Schichtstein in schellhammerrechter Bearbeitung, zu allen verputzten Hintermauerungen endlich als Bruchstein verwandt. Die Trockenhaltung der Außenmauern wird in gewohnter Weise durch im Mauerwerk ausgesparte Lüftungsrohre bewirkt, welche nach dem Dachraum ausmünden und am Fußende nach der Kirche zu offen sind. Sämtliche Haupt- und Nebenräume haben Gewölbe aus porösen Backsteinen erhalten, die an den Innenflächen mit Kalkmörtel verputzt und an den Außenflächen in den Dachräumen mit verlängertem Zementmörtel berappt sind. Die vorliegenden Rippen der großen Gewölbe wurden aus Formsteinen hergestellt, gefugt und mit einem Anstrich versehen. Alle inneren Türeinfassungen, Pfeilerecken, Fenstersohlbänke, Säulen und Bogen sind, soweit sie leicht beschädigt werden können, in scharriertem Sandstein aus Lutter a. B. hergestellt, in größerer Höhe wurden alle Kanten und Flächen verputzt. Von den durch Sandsteinsäulen unterstützten Emporen ist die Orgelempore gewölbt und mit einer teilweise vorgekragten Balkenlage versehen, auf welcher

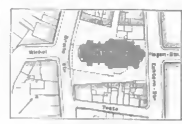


Abb. 4. Lageplan.

der Holzfußboden stufenförmig ansteigend befestigt ist. Die Querschiffsemporen wurden ebenso ansteigend aus Eisenträgern und Zementbeton hergestellt. Alle Dächer sind in Holz ausgeführt und einschließlich der Kehlen mit deutschem Schiefer auf Pappunterlage abgedeckt. Die steinernen Dachrinnen haben eine Auskleidung aus Blei erhalten; alle Abfallrohre bestehen aus Kupfer. Die Kirche ist mit einer Niederdruckdampfheizung ausgestattet, deren Rippenrohre zumeist in Kanälen unter den Seitengängen angebracht sind. Die Beleuchtung aller Räume erfolgt durch eine Gasglühlichtanlage, deren Lichthalter aus Schmiedeeisen hergestellt und mit Leinöl abgebrannt sind.

Alle Verglasungen und Glasmalereien des Kircheninneren sind in Antikglas ausgeführt. Die Fenster im Schiff und die Chorrose stammen von der Firma Lauterbach u. Schröder in Hannover. Professor A. Linnemann in Frankfurt a. M. lieferte die seitlichen Fenster des Querschiffs und Chores. Den Hauptschmuck des Inneren bilden die farbigen Wand- und Deckenmalereien in Käsefarbe, welche ebenfalls nach den Entwürfen Linnemanns ausgeführt sind und in ihrer ornamentalen und figürlichen Ausstattung lebhaft an die alten Malereien im Kloster Wienhausen bei Celle erinnern. Bei dem Reichtum und der künstlerischen Eigenart dieser Bildersprache, welche streng im Stil der Kirche gehalten ist, aber doch ein modernes Gepräge trägt, verlohnt es sich wohl der Mühe, etwas näher auf ihren Inhalt einzugehen (Text-Abb. 5 u. 6 u. Bl. 54 u. 55).

Die braunrot lasierten Wände im Schiff mit den putzgelb gehaltenen Nischenflächen und durchgezogenen braunen Fugen, dazu die hellen Gewölbekappen zwischen dunklen Rippen und Bogen, geben dem Kircheninnern eine vortreffliche malerische Stimmung, welche durch das Gelbgrün des Wandteppichs im Chor und den blauen Grund des Gewölbes daselbst vorteilhaft gehoben wird, wobei alle ornamentalen und figürlichen Einzelheiten sehr gut zur Geltung kommen. Ein etwa 2 m hoher Wandteppich in schöner Zeichnung auf schwarzem Grunde umschließt den Innenraum hinter den Bänken im Erdgeschoß vom Turm bis zum Chor (Abb. 1 Bl. 54). Darüber in dem Bogenzwickel des Langhauses stehen auf Tiergestalten zwei symbolische weibliche Figuren, einerseits die „Liebe“, welche den „Haß“ besiegt, anderseits der „Glaube“, welcher



Abb. 5. Südostecke des Chorraumes.



Abb. 6. Nördliches Querschiff.
Turmbau zu Babylon.



Abb. 7. Altes Taufbecken.

den „Unglauben" überwindet. Ein breites Schriftband mit Majuskeln umzieht in Sohlbankhöhe der oberen Langschiffsfenster den ganzen Innenraum bis zur Orgelempore. Über demselben zwischen den Fenstern des Lang- und Querhauses ist eine zierliche Säulengalerie gemalt, deren Felder nicht weniger als 16 Darstellungen aus der biblischen Geschichte von Erschaffung der Welt bis zum Einzuge Christi in Jerusalem enthalten. Die Felder des Langhauses und Querschiffes zwischen den Fensterbogen und Kappenanschnitten sind durch helles Rankenwerk auf dunklem Grunde ausgefüllt, während die entsprechenden Wandfelder der Chorseiten zwei figürliche Darstellungen erhalten haben, auf der Nordseite Christus am Jakobsbrunnen, auf der Südseite Christus mit der Umschrift „Ich bin das Licht der Welt". Die Malereien an den übrigen Chorwänden mit ihren Motiven aus dem Tier- und Pflanzenreich sind, ebenso wie die vier großen Figuren der Evangelisten in den Ecken, dem Raume vortrefflich angepaßt. Zu der glücklichen Gesamtwirkung der Malereien, welche hier wie überall in der Kirche die Architektur in gelungener Weise unterstützen, trägt der auf die Gewölbe entfallende Teil wesentlich bei, namentlich die Malerei des Vierungsgewölbes, welche Christus als Weltrichter mit Schwert und Lilie auf dem Regenbogen sitzend darstellt, angebetet von Maria und Johannes und umgeben von Engeln, welche zum jüngsten Gericht blasen. Auch die Bemalung des Chorgewölbes, welche im Gegensatz zu den weißen Kappenflächen des Langschiffes dunkeln Grund und hellausgespartes Rankenwerk zeigt, bildet über dem Altarraum einen würdigen Abschluß. Auf den Tonnengewölben der Querschiffsflügel wechseln drei symbolische Darstellungen jederseits zweimal miteinander ab, nämlich erstens der Stern von Bethlehem mit den anbetenden Hirten, zweitens der Salomonische Tempel mit den Bauleuten und drittens der Lebensbrunnen mit zwei trinkenden Hirschen. Sie bilden zusammen eine prächtige Umrahmung für die großen farbensprühenden Glasfenster darunter, in deren Rosetten einerseits die Geburt, anderseits die Auferstehung Christi vorgeführt wird. Während alle größeren figürlichen Darstellungen nach Kartons auf die Wand gemalt wurden, verdient doch eine billigere Art der Ausführung erwähnt zu werden, welche hier an einigen Stellen zur Anwendung gekommen ist. Es betrifft die bereits im Mittelalter übliche Herstellung kleiner figürlicher Bilder mit Hilfe der Schablone. So beispielsweise wiederholen sich an den Tonnenflächen der Orgelempore und der Chorerweiterungen zwei schablonierte Darstellungen, ein musizierender Engel und zwei sich die Hände reichende Hirten, deren Spruchbänder zusammen das Bibelwort ergeben:

„Ehre sei Gott in der Höhe und Friede auf Erden."



Abb. 8. Schwiecheldtsches Epitaph.

Die Ausführung der Malereien an Ort und Stelle leitete der Sohn und jetzige Mitinhaber der Glasmalereianstalt des verstorbenen Meisters, Herr Maler Otto Linnemann in Frankfurt a. M. Er erwarb sich dadurch, sowie durch das eigenhändige Kartonieren und Auf-die-Wand-Malen der Figuren große Verdienste um die künstlerische Ausschmückung der Kirche.

Bei dieser Gelegenheit sei eine kurze Bemerkung über den Wert solcher Malereien für unsern evangelischen Kultus gestattet. Bekanntlich begegnet man nicht selten, namentlich auch bei protestantischen Geistlichen, der Ansicht, daß eine in früheren Zeiten allgemein übliche Bildersprache, wie die vorbeschriebene, in evangelischen Kirchen nicht mehr am Platze sei, dort genüge allein, so wird behauptet, das gesprochene und gesungene Wort. Dagegen ist die Frage zu stellen: „Warum sollen wir uns den Weg verschließen, auf dem eine gute bildliche Darstellung durch das Auge auf unser Gemüt einzuwirken imstande ist, wenn wir beim Gottesdienst in der Kirche nach der richtigen Stimmung suchen, um Gottes Wort zu hören und uns daran zu erbauen?“ Jeder Unbefangene wird sich sagen, daß es hierfür einen berechtigten Grund nicht gibt.



Abb. 9. Orgelgehäuse.

Allerdings muß in den vorgeführten Bildern die Hand eines wirklichen Künstlers zu erkennen sein, wie das bei den Linnemannschen Bildern in der Jakobikirche der Fall ist. Schade nur, daß sie etwas zu abseits liegen von einem größeren Fremdenverkehr, um in weiteren Kreisen bekannt und gewürdigt zu werden.

Die Baukosten der neuen Jakobikirche haben einschließlich aller Stiftungen und Nebenausgaben 310 000 ℳ betragen. Hieraus ergeben sich als Einheitssätze bei 8803 cbm der Kirche 26 ℳ, bei 1914 cbm des Turmes 42 ℳ für 1 cbm des umbauten Raumes, bei 1000 Sitzen 310 ℳ für einen Sitz.

Der Neubau des Königlichen Polizeipräsidiums in Hannover.

Vom Geheimen Oberbaurat Kieschke.

(Mit Abbildungen auf Blatt 56 bis 61 im Atlas.)

Am Rande des Maschparkes erhebt sich in reizvoller Gruppierung, wie sie Text-Abb. 1 u. 14 darstellen, das im Herbst vorigen Jahres vollendete stattliche Dienstgebäude für das Königliche Polizeipräsidium. Als heller Sandsteinbau mit geputzten Flächen errichtet, legt es Zeugnis dafür ab, wie der Staat bei seinen Bauausführungen dem erfolgreichen Bestreben der städtischen Verwaltung, in Hannover den dunkeln unfreundlichen Backsteinbau zurückzudrängen und durch wirkungsvolle Hausteinbauten das Stadtbild freundlicher und lebhafter zu gestalten, nach Möglichkeit Rechnung trägt. Der Bau bildet ein bedeutungsvolles Glied der Kette von Monumentalbauten, die einst das Forum von Hannover, den Maschpark mit dem neuen Rathaus in der Mitte, umschließen wird.

Die Polizeidirektion.

Die Polizeidirektion war vom Jahre 1851 ab in einem alten Fachwerkhause in der Brandstraße 2/3 untergebracht, welches früher Wohnzwecken diente; das Gefängnis in einem daneben liegenden Backsteinbau. Ein 1877 vorgenom-

mener Erweiterungsbau vermochte den eingetretenen empfindlichen Raummangel nur auf kurze Zeit zu beseitigen. Bei der in den letzten Jahrzehnten eingetretenen außerordentlichen Bevölkerungszunahme der Städte Hannover und Linden und der damit notwendigen Beamtenvermehrung genügten die Diensträume den Bedürfnissen schon seit langer Zeit nicht mehr. Daher wurden nach und nach einzelne Abteilungen der Behörde in Miethäusern untergebracht. Ähnlicher Raummangel herrschte im Polizeigefängnis. Dort waren nur wenige größere Zellen vorhanden, und Obdachlose, Bettler und sonstige Gefangene mußten in größerer Zahl in gemeinsamer Haft gehalten werden. Der Neubau eines die verschiedenen Zweige der Behörde wieder vereinigenden Dienstgebäudes mit ausreichendem Gefängnis ließ sich nicht länger aufschieben.



Abb. 1. Ansicht von Nordosten.

Als Bauplatz wurde ein fiskalisches Gelände, der sog. alte Forstgarten an der Straße „Am Waterlooplatze" gewählt, das in der Nähe des alten Gebäudes, gleich bequem für den amtlichen Verkehr mit der Einwohnerschaft der Städte Hannover und Linden und mit den staatlichen und städtischen Behörden liegt. Da sich an der Südseite ein in gutem Zustande befindlicher Schuppen befand, der ohne erhebliche Umbaukosten für Pferdeställe und Wagenremisen brauchbar erschien, so wurde der südliche Teil des Grundstücks für die Errichtung des Polizeipräsidiums bestimmt. Eine neu angelegte Seitenstraße teilt deswegen den alten Forstgarten und wird voraussichtlich später durch eine Fußgänger- oder Fahrbrücke je nach dem Bedürfnis den Verkehr mit dem Maschparke vermitteln. Der Bauplatz selbst hat eine Größe von 1 ha 8 a 29 qm und bietet für spätere Erweiterung der Gebäude reichlichen Raum. Mit der Bauausführung wurde im Jahre 1900 begonnen. Am 29. Oktober 1903 konnten die gesamten Baulichkeiten ihrer Bestimmung übergeben werden. Die Gesamtbaukosten betragen einschl. der inneren Einrichtung jedoch ohne Grunderwerbskosten 1 158 300 ℳ.



Abb. 2. Lageplan.

Architekt der Gebäude ist der Geheime Oberbaurat Kieschke, der auch die Oberleitung der Ausführung hatte. Die Bauaufsicht führte der Kreisbauinspektor Baurat Niemann, während die örtliche Bauleitung und die Bearbeitung der Einzelheiten in den Händen des damaligen Regier.-Baumeisters, jetzigen Landbauinspektors Gilowy lag, der mit rastlosem Eifer und anerkennenswertem Geschick sich der Ausführung widmete und wesentlich zum Gelingen des Baues beigetragen hat. — Im einzelnen sei nun über die Gebäude und über Einzelheiten der Ausführung folgendes berichtet.

Die Gründungsarbeiten.

Der Untergrund der Leineniederung südwestlich der Stadt Hannover und des nahe am Flusse und dem Maschparke gelegenen Bauplatzes besteht aus Alluvium, Lehm und Ton und machte daher eine künstliche Gründung der Gebäude notwendig. Die Oberfläche liegt in fast gleicher Höhe mit Oberkante Bürgersteig der Straße auf + 52,39 N.N. Unter einer 0,20 bis 1 m tiefen Humusschicht oder aufgeschüttetem Boden liegt eine 1,20 bis 3,65 m starke Schicht gelben Lehms. Hierunter folgt eine starke Schicht Ton, welche abwechselnd mit Verunreinigungen durchsetzt ist, darunter Sand oder Sand mit Kies bezw. grober Kies. Diese Kies- oder Sandschicht liegt wechselnd in 5,40 bis 9 m Tiefe unter Oberkante der Straße. Die Lehm- und Tonschichten sind so ungleich mächtig und wurden durch die nur teilweise unterkellerten Baulichkeiten so stark eingeschnitten, daß es nicht möglich war die Gebäude auf diese Schichten zu gründen. Selbst bei Anwendung von stark verbreiterten Banketten

würde ein sehr ungleichmäßiges Setzen zu befürchten gewesen sein. Außerdem beeinflußte der stark wechselnde Grundwasserstand in der Nähe des Leineflusses die Tragfähigkeit der Lehm- und Tonschicht. Aus diesem Grunde war es erforderlich, das Gebäude auf die unter dem Ton liegende Sand- bezw. Kiesschicht zu setzen. Diese Kiesschicht ist nach den angestellten Bohrungen so mächtig (dieselbe war bei 15 m unter Erdoberfläche noch nicht durchbohrt), daß sie zweifellos tragfähig ist. Da nun der gute Baugrund durchschnittlich 6,40 m unter Oberkante Straße liegt und infolge der Nähe der Leine mit starkem Wasserandrang zu rechnen war, so wäre eine durchgehende Betongründung zu teuer geworden. Es wurde daher nach eingehenden Voruntersuchungen und vergleichenden Kostenberechnungen die Gründung auf Pfählen als die zweckmäßigste und verhältnismäßig billigste gewählt. Unter den Haupttragemauern sind Pfahlreihen bis zur tragfähigen Kiesschicht derart geschlagen, daß jeder Pfahl mit einer Last von 12 Tonnen belastet wird. Nach den angestellten Probebelastungen tragen solche Pfähle das Doppelte der angenommenen Last. Bei den letzten 25 Rammschlägen eines Rammbären von 850 kg Gewicht und 1,20 bis 1,40 m Hubhöhe gaben sie nicht mehr als durchschnittlich 2 cm nach. Wegen der Verschiedenartigkeit der Kies- und Sandlage ließ sich die Länge der Pfähle immer nur durch Versuch bestimmen. Es wurde die Pfahllänge so bemessen, daß die Pfähle sich bei den letzten 25 Schlägen nicht mehr als durchschnittlich 2 cm senkten. Diese Art der Ausführung machte freilich eine ständige Beobachtung der Rammarbeiten erforderlich, ersparte aber anderseits die bei einer durchgehends angenommenen gleichen Länge der Pfähle entstehenden Kosten, da die Länge der Pfähle nunmehr zwischen 4 und 7,35 m schwankte. Die Pfähle wurden bis 50 cm unter den niedrigsten bekannten Grundwasserstand eingetrieben, gerade abgeschnitten und zunächst um die Pfahlköpfe eine 10 cm hohe Kiesschicht gelegt. Da bei der Undurchlässigkeit des Lehm- und Tonbodens der Grundwasserstand während der Ausführung stark schwankte und je nach der Entfernung von der Leine zu- oder abnahm, so wurde in diese Kiesschicht zwischen die Pfahlköpfe noch eine Drainageleitung gelegt, wodurch auch bei einem niedrigeren als dem bekannten Grundwasserstande wenigstens eine gleiche Wasserhöhe zwischen sämtlichen Pfahlköpfen gewährleistet blieb. Auf die Pfahlköpfe und zwischen dieselben wurden die Betonfundamente 1,20 m hoch eingestampft, dergestalt, daß die Pfahlköpfe noch 20 cm in diese Betonfundamente hineinragen. Die Pfähle sind 24 bis 26 cm im Mittel stark und aus Rotbuchenholz, welches in der Nähe Hannovers in den Forsten des Süntels und Deisters zu wohlfeilen Preisen zu haben war und sich bei den verschiedensten Pfahlgründungen in Hannover bewährt hat. Bei dem Hauptgebäude sind 1792, bei dem Gefängnis 432 Pfähle gerammt. Die bebaute Grundfläche des Gefängnisses beträgt 471 qm, die des Hauptgebäudes rund 1964 qm. Die Kosten der künstlichen Gründung für das Gefängnis betragen



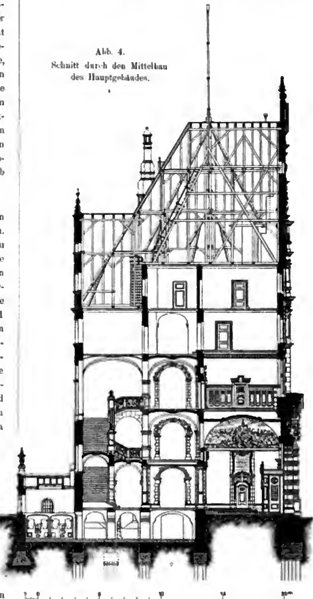
Abb. 3. Mittelbau der Nordfront.

28790 ℳ und für das Hauptgebäude 87300 ℳ. Bei den statischen Berechnungen ist der Boden selbst als nicht tragend angenommen und die ganze Last nur auf die Pfahlköpfe verteilt worden. Da jedoch der durch das Rammen zusammengepreßte Boden doch wohl als tragfähig bezeichnet werden kann, so stellt sich in Wirklichkeit das Belastungsverhältnis für die Pfahlköpfe noch günstiger als bei der rechnerischen Annahme. Tatsächlich sind bisher auch nicht die geringsten Senkungen oder Risse an den Gebäuden bemerkt worden. Über der Betonschicht von 1,20 m Höhe, die aus verlängertem Zementbeton bezw. Traßzementbeton besteht, ist bei den nicht unterkellerten Teilen der Gebäude Bruchsteinmauerwerk aus Deistersandstein in verlängertem Zementtraßmörtel zur Ausführung gekommen. Die Fundamentmauern der unterkellerten Teile sind aus Ziegelsteinen in demselben Mörtel hergestellt worden. Die Rammarbeiten wurden in einem Zeitraum von vier Monaten vollendet, wobei täglich vier Dampframmen auf der Baustelle im Betrieb waren.

Das Hauptgebäude.

Das 83,40 m lange, fünfgeschossige Hauptgebäude ist in seiner der neuen Straße zugekehrten Hauptfront (vgl. Bl. 57 u. Text-Abb. 3) durch einen kräftigen hervortretenden Mittelbau und zwei Seitenvorsprünge gegliedert, neben denen kräftige bis zum Knauf 37,50 m hohe, in den unteren Stockwerken runde, in den beiden oberen Stockwerken ins Achteck übergeführte Türme die beiden Ecken des Gebäudes bilden. Die Westfront an der Straße „Am Waterlooplatze" (vgl. Abb. 1 Bl. 59) von 57,90 m Länge wird durch die beiden seitlichen Ecktürme, sowie durch einen mittleren kleineren Giebel ansprechend gestaltet. Die nach der Masch zu liegende Ostfront (Abb. 2 Bl. 56), sowie die der Kriegsschule zugekehrte Südfront sind durch je einen Eckturm, durch einen breiteren Vorsprung mit darüberliegendem größeren Giebel und durch die daran anschließenden nur zwei Stockwerke hohen Seitenflügel lebhaft und wechselvoll gegliedert. Der etwa 80 cm hohe Sockel besteht aus feinkörnigem graugrünem Dolomit vom Hils, welcher in Holzen bei Eschershausen im Herzogtum Braunschweig gebrochen wird. Das Sockelgeschoß ist ganz, die übrigen Geschosse in den Fensterumrahmungen, der Mittelbau wieder vollständig in Sandsteinverkleidung ausgeführt. Der gewählte Sandstein, ein grünlichgelber feinkörniger Sandstein aus Roigheim am Neckar, ein dem Heilbronner Sandstein sehr ähnliches Material, wirkt besonders durch seine warme angenehme Farbe. Die in den oberen Geschossen mit in der Sandsteinfarbe getönten Spritzbewurfputz versehenen Flächen zwischen den Fenstern treten wirksam gegenüber der Sandsteinverblendung hervor. Dieser Spritzbewurfputz ist aus Gesecker Zementkalk und rein gewaschenem feinen Kies in einer Mischung von 1 : 5 hergestellt. Er ist in feuchtem Mörtel mit beigemischten Erdfarben in der gewünschten Tonart gefärbt.

Die Hoffronten (vgl. Text-Abb. 5, Bl. 58 und Abb. 2 Bl. 59) sind in derselben Weise wie die Fronten des später beschriebenen Polizeigefängnisses ausgebildet. Am Mittelbau, welcher bis zur Spitze der bekrönenden Obelisken 35,75 m hoch ist, ist das kräftige Hauptportal besonders durch architektonischen Schmuck hervorgehoben (vgl. Text-Abb. 3 und Bl. 57). Unter dem Hauptgesims des Mittelbaues befindet sich als Pfeilerendigungen bedeutsamer bildnerischer Schmuck, die Rechtspflege und die strafende Gerechtigkeit mit entsprechenden Attributen darstellend (Text-Abb. 9 bis 11). Der Hauptgiebel zeigt auf mächtigem 4,30 m hohen Wappenschilde das preußische


Abb. 4. Schnitt durch den Mittelbau des Hauptgebäudes.

Hoheitszeichen, während aus dem Schlußbekrönungsdreieck des Giebels der Kopf des Architekten des Gebäudes in Stein gemeißelt herabschaut. Am nordwestlichen Eckturm beleben zwei große Reliefs die Sandsteinflächen des Sockelgeschosses, welche die Polizei in Ausübung ihres Berufs darstellen, und zwar als Schützerin der Schwachen und Bedürftigen und im Kampfe mit dem Verbrechertum. Sämtliche künstlerischen Bildhauermodelle sind in Berlin nach Angaben des Architekten vom Bildhauer Stephan Walter gefertigt. — Die steilen Dächer sind mit deutschem Schiefer gedeckt, die Ecktürme,

die beiden Türmchen des Mittelbaues, die Dachluken und Spitzen wurden in Kupferdeckung ausgeführt, da in Hannover erfahrungsgemäß Kupfer eine besonders schöne Patina annimmt.

Durch das Hauptportal gelangt man in die Vorhalle, die sich mit drei großen Öffnungen nach den Flurgängen und nach dem Treppenhause zu öffnet (Abb. 3 Bl. 60). Sie ist von einem Tonnengewölbe mit Stichkappen überwölbt, das, mit reicher Bemalung versehen, in seiner Mitte den preußischen Adler trägt (vgl. Text-Abb. 4 u. Abb. 2 Bl. 61). Auf den Stirnseiten befinden sich malerische Darstellungen der Städte Hannover und Linden mit ihren Stadtwappen. Das Material der Vorhalle und des Treppenhauses, soweit nicht Putz Verwendung gefunden hat, besteht aus rotem Miltenberger Sandstein für die Säulen und die geschwungenen Stufen der Vorhalle, aus gelbgrünem Neckarsandstein für die Gliederungen. Die Stufen der Haupttreppe selbst sind aus Sandstein hergestellt und ebenso wie sämtliche Flurgänge des Gebäudes mit Moirée-Linoleum belegt. Die den Flur nach dem Haupttreppenhause öffnenden Bogen, die im Erdgeschoß und ersten Stockwerk besonders stark belastet sind, übertragen ihren Druck auf Granitsäulen, welche im Erdgeschoß aus geschliffenem blauen Kösseine-Fichtelgebirgsgranit, im ersten Stockwerk, dem Hauptgeschoß, aus geschliffenem roten Meißener Granit bestehen. Sämtliche Flurgänge des Sockel- und Erdgeschosses sowie des ersten Stockwerkes sind bis auf den Mittelbau mit Tonnengewölben überdeckt. Die Flurdecken im Mittelbau des Erdgeschosses (Text-Abb. 9) und ersten Stockwerkes sind als Kreuzgewölbe hergestellt, sämtliche übrigen Räume, auch die Flurgänge des zweiten Stockwerkes (ausschließlich der Turmräume im Erdgeschoß und ersten Stockwerk) als Koenensche Voutendecken ausgeführt. Da sich für die runden Türme von 6,32 m lichtem Durchmesser diese Decken nicht besonders eigneten, wurden hier flache Monierkuppeln hergestellt. Die in Kunstsandstein ausgeführten Ecktreppen sind freitragend



Abb. 5. Mittelbau, Hofansicht.

und verbinden sämtliche Geschosse miteinander, während das Haupttreppenhaus im ersten Stockwerk endigt. Im Interesse guter Beleuchtung der Flure und malerischer Innengestaltung ist Wert darauf gelegt worden, die Treppenhäuser nach den Fluren möglichst frei zu öffnen.

Im Hauptgeschoß (Abb. 1 Bl. 60) befindet sich dem Haupttreppenhause gegenüber der etwas reicher ausgestaltete 9,40 m lange, 6,40 m breite Sitzungssaal. An den Wänden befinden sich in demselben paneelartig angeordnete Bücherschränke, dazu bestimmt, die Bücherei des Polizeipräsidiums aufzunehmen, da dieser Raum zugleich als Leseraum benutzt wird. Die drei dreifach gekuppelten Fenster des Saales, ebenso wie die Fenster des Haupttreppenhauses sind mit einfacher Glasmalerei versehen worden, während die Fenster der Ecktreppenhäuser nur einfache einfarbige Friese aus hellgrünem Antikglas erhalten haben, bei denen die Bleiverglasung als einfaches Ornament wirkt. Die Fenster der Diensträume sind bis zum Kämpfer als Doppelfenster, in ihrem oberen Teile als einfache Fenster ausgebildet. Die Flure und Nebenräume haben einfache Fenster erhalten. Die Decken und Wände der Flurgänge und der meisten Diensträume sind in Leimfarbe gestrichen, die Zimmer der Abteilungsvorsteher tapeziert. Die Sockel der Flurgänge haben Ölfarbenanstrich erhalten. Die untere Scheuersockelleiste besteht aus rotgebrannten Fliesen. Der Ölfarbenabschluß des Sockels gegen den Leimfarbenanstrich der Wände wird durch eine in den verschiedenen Stockwerken verschieden breite und anders gegliederte Holzabschlußleiste bewirkt. Die Türen in den Flurgängen haben Umrahmungen aus gezogenem Zementputz erhalten, die mit Käsefarbe gestrichen sind (Text-Abb. 6 u. 7). Die Türen und Fenster selbst wurden rot mahagonifarbig oder grün lasiert. Die Türgriffe und Türschilder sind nach besonderen Entwürfen gefertigt und in Bronze ausgeführt. Im Sockelgeschoß des Hauptgebäudes (Abb. 3 Bl. 60) sind eine Heizer- und die Haus-

meisterwohnung, im ausgebauten Dachgeschoß des Südflügels die Wohnung des Gefängnisassistenten und im östlichen Teile des Nordflügels und im Ostflügel des zweiten und dritten Stockwerkes die Wohnungen des Präsidialsekretärs und des Polizeiinspektors untergebracht. Während sämtliche Bureauräume Linoleumbelag auf Zementestrich erhalten haben, ist in den Wohnungen Holzfußboden zur Ausführung gelangt.

Das Gebäude ist nur teilweise unterkellert und zwar sind von 1964,69 qm bebauter Grundfläche 1127,41 qm unterkellert. Die Kellerräume dienen als Keller für die Dienstwohnungen, als Keller für die Behörde und zur Unterbringung der Zentralheizung und zu Gängen. Die Kellerhöhe beträgt 2,50 m, die des Sockelgeschosses 3,86 m, des Erdgeschosses 4,10 m, des ersten Stockwerkes 4,51 m, im großen Sitzungssaal 4,81 m, die des zweiten Stockwerkes 3,73 m. Der umbaute Raum beträgt unter vorschriftsmäßiger Anrechnung des Drempels, der ausgebauten Räume des Dach- bezw. dritten Geschosses, der Giebel und der Türme im ganzen 37732,89 cbm, die bebaute Fläche 1964,69 qm. Da die Baukosten des Gebäudes 740000 ℳ betragen, so berechnet sich 1 qm bebauter Grundfläche auf 376,50 ℳ, 1 cbm umbauten Raumes auf 19,60 ℳ.



Abb. 6 u. 7. Ausbildung der Türen in den Flurgängen.

Das Polizeigefängnis.

Das Polizeigefängnis schließt sich als ein 35,90 m langer und 13 m breiter Flügelbau an das Hauptgebäude an und steht mit diesem im Sockel- und Erdgeschoß (Abb. 2 u. 3 Bl. 60) in unmittelbarer Verbindung. Zwei Eingänge führen zur Männer- und Weiberabteilung, während für die Wirtschaftsräume ein dritter besonderer Eingang geschaffen ist. Das Gebäude ist fünfgeschossig und nicht unterkellert. Seine Fronten sind ebenso wie die Hoffronten des Hauptgebäudes ausgeführt, nämlich der Sockel aus Dolomit, das Sockelgeschoß ganz aus rauhem Sandsteinquadermauerwerk. Der Haustein für die oberen Geschosse ist Deistersandstein.

Im Sockelgeschoß liegen die Geschäftsräume, die Kochküche und die Vorratsräume, ein Desinfektionsraum und zwei Sammelräume für Männer und Weiber, welche letztere bei Überfüllung des Gefängnisses durch Sammeltransporte diese aufzunehmen haben. In den oberen Geschossen ist die Männer- und Weiberabteilung völlig getrennt. Die Ausbildung ist die übliche nach dem panoptischen System. Die Flurgänge sind 1 m breit, der gesamte panoptische Flur 4 m breit. Die Trennungswände der meisten Zellen sind in Monierkonstruktion hergestellt. Die Zellentüren haben rote Backsteinumrahmung erhalten. Der Ölfarbensockel auf den Fluren ist oben mit roten Verblendsteinen gegen den in Leimfarbe ausgeführten Wand- und Deckenanstrich begrenzt. Die Zellen sind durchschnittlich 1,30 m breit, 3,35 m lang und sind den neuen Normalien für Polizeigefängnisse entsprechend ausgestattet. Die beiden Treppenhäuser bestehen aus freitragenden Sandsteintreppen aus Deistersandstein. Im Erdgeschoß sind zwei Badezellen für Männer und Weiber eingebaut. In der Männer- und Weiberabteilung sind außerdem die erforderlichen Aufseherzellen, Spülzellen, Tobzellen und Zellen für Unreine vorgesehen. Im Dachgeschoß des Gefängnisses befindet sich der Raum für Körpermessung nach dem Bertillonschen System und ein photographisches Zimmer nebst Dunkelkammer, beide dem Erkennungsdienst der Kriminalpolizei dienend.

Sämtliche Decken im Gebäude, auch die Decken der panoptischen Flurgänge, sind als Koenensche Voutendecken hergestellt und haben Gußasphaltbelag erhalten. Die bebaute Grundfläche beträgt 471,67 qm, die Höhe des Sockelgeschosses 3,86 m, die für die übrigen Geschosse 3,10 m. Unter vorschriftsmäßiger Berechnung auch der ausgebauten Teile des Dachgeschosses ergibt sich bei dem Gebäude ein umbauter Raum von 7983,95 cbm. Die Baukosten betragen 138000 ℳ. 1 qm bebauter Grundfläche berechnet sich demnach auf 292 ℳ und 1 cbm umbauten Raumes auf 17,30 ℳ.

Das Stallgebäude.

Das Stallgebäude mit den Wagenremisen (Text-Abb. 10), an der Südseite des Grundstücks parallel dem Südflügel des Hauptgebäudes gelegen, ist aus dem früheren sogen. Registraturschuppen umgebaut. Da reichlich Raum vorhanden war, sind die Abmessungen der einzelnen Räume teilweise über das Bedürfnis hinaus gewählt worden. Das Gebäude ist 56,45 m lang und 12,50 m breit und einstöckig. Der Bodenraum dient als Futterraum und für Geräte usw. Von Osten an gerechnet befinden sich in demselben: Wagenremise, Ställe und die dazu gehörigen Räume für die Schutzmannschaft, ein

Abb. 8. Türband.



Abb. 9. Erdgeschoßflur im Mittelbau.

Fahrradraum für die Fahrräder der Exekutivpolizei und der Kriminalinspektion, ein Geräteraum, eine Wagenremise für den Polizeipräsidenten, ein verfügbarer Raum, der zunächst als Laufstall für kranke Pferde benutzt werden soll, und am vorderen westlichen Teile des Gebäudes eine kleine Wohnung für den Aufsicht habenden Stallmann. Die äußere Ausgestaltung ist in ähnlicher Weise wie die beim Hauptgebäude, nur einfach und in Putz erfolgt; Fenster und Türen haben glatte, geputzte Umrahmungen erhalten, die Flächen sind in rauhem Spritzbewurfputz ausgeführt. Die Stalleinrichtung entspricht den bei den Ställen der Kavallerie gemachten Vorschriften. Als Fußboden der Ställe ist ein Zementestrich mit Eisenfeilspänen zur Ausführung gelangt. Die Krippen und Futtertische sind aus Zement mit eingelegten glasierten Tonbecken hergestellt. Für die Ställe ist eine besondere Abluftvorrichtung über Dach entsprechend den bei den königlichen Domänen üblichen Abluftschloten eingebaut worden.

Abb. 10. Stallgebäude.

Die Heizungs- und Lüftungsanlage.

Das Hauptgebäude wird durch eine Warmwasserniederdruckheizung mit direkter Feuerung erwärmt. Als Wärmeentwickler dienen drei eingemauerte schmiedeeiserne Flammrohrkessel mit Siederohren und senkrechtem Füllschacht mit je 30 qm feuerberührter Heizfläche. Die Kessel sind mit einer vollständigen Rosteinrichtung sowie schmiedeeisernen Vorstellklappen mit Schür- und Abfalltüren, mit Füllschacht und Verschlußdeckel, mit schmiedeeisernen Reinigungstüren in erforderlicher Zahl und Größe ausgerüstet. Jeder Kessel besitzt ein Thermometer zum Erkennen der Wassertemperatur, einen Entleerungshahn zum Ablassen des Wassers und außerdem in der Zu- und Rücklaufleitung Absperrschieber zum leichten Ausschalten. Als Feuerungsmaterial dient Gas- oder Hüttenkoks. Zur selbsttätigen und bequemen Regelung der Wassertemperatur ist an jedem Kessel ein selbsttätiger Zugregler vorhanden. Die Kessel sind in einem besonderen Kesselhausanbau untergebracht, der auf dem Hofe an das Haupttreppenhaus angebaut ist. Die Rohrleitung ist so angeordnet, daß zwei Steigestränge von den Kesseln bis über die Decke des ausgebauten Dachgeschosses im Mittelbau führen. Von dort aus verteilen sich die Leitungen vermittels einzelner senkrechter Stränge nach den unteren Räumen. Diese Stränge führen das warme Wasser den Heizkörpern zu, während das in diesen abgekühlte Wasser in besonderen Rücklaufsträngen zum Keller zurückgeleitet und hier in einer Hauptrücklaufleitung vereinigt den Kesseln wieder zugeführt wird. Die Verteilungsleitung ist so angeordnet, daß sie sich bei ihrer Erwärmung leicht und sicher ausdehnen kann, und erhielt an den Stellen, wo dieses durch ihre Lage nicht möglich ist, kupferne Ausdehnungsbogen. Um Wärmeverluste möglichst zu vermeiden, ist sowohl für die Hauptsteige- und Verteilungsstränge auf dem Dachboden, als auch für die Hauptrücklaufleitung im Keller eine Isolierung angebracht, die aus 20 mm starkem, mit Gipsabputz, Nesselbandage und mit Ölfarbenanstrich versehenen Korkplatten gebildet ist. In den Geschossen sind die Leitungen in mit Strohlehm ausgefüllte Mauerschlitze gelegt und dadurch genügend isoliert. Die Heizkörper, durchweg Radiatoren, stehen, soweit möglich, in Fensternischen. Die beiden Ausdehnungsgefäße sind auf dem höchsten Dachboden des Mittelbaues entsprechend erhöht aufgestellt. Der Rauminhalt der geheizten Räume ist rd. 21150 cbm.

Eine ausgedehnte Lüftungsanlage ist nicht vorgesehen. Die Lüftung geschieht vielmehr nur durch Temperaturunterschied, zu diesem Zwecke sind behufs Frischluftzufüh-





Abb. 11 bis 13. Köpfe unter dem Hauptgesims des Mittelbaues.

rung an den oberen Teilen der Fenster Kippflügel angebracht. Außerdem sind die Räumlichkeiten, in denen eine ungewöhnlich starke Menschenansammlung vorkommen kann, mit besonderen Abluftkanälen versehen, deren Öffnungen sich über dem Fußboden und unter der Decke befinden und die für einen stündlichen einmaligen Luftwechsel ausreichen. Ebenso haben die Aborte Abluftkanäle mit oberen Abluftöffnungen erhalten, welche so berechnet sind, daß sie einen dreimaligen Luftwechsel ermöglichen. Sämtliche Abluftöffnungen sind zur Regelung der Entlüftung mit Jalousieklappen versehen. Die Abluftkanäle der Aborte sind über Dach geführt. Die übrigen münden in den Dachboden in 1,50 m Höhe über dem Fußboden und sind durch Siebe abgeschlossen. Die Kosten der Heizungsanlage betrugen rd. 52000 ℳ.

Die Zentralheizung des Gefängnisses ist eine Warmwassermitteldruckheizung mit direkter Feuerung. Als Kesselhaus dient ein neben dem Gefängnis liegender Kellerraum im Ostflügel des Hauptgebäudes. Wärmeentwickler sind zwei gußeiserne freistehende Gegenstromgliederkessel mit je 17 qm Heizfläche, von welchen einer als Aushilfe dient. Die Ausrüstung und Einrichtungen der Kessel sind dieselben wie bei den Kesseln des Hauptgebäudes. Die Rohrleitung ist so angeordnet, daß ein Hauptsteigestrang, der sich im Gefängnis selbst in zwei Stränge teilt, bis zur Decke des dritten Obergeschosses führt. Von dort aus verteilen sich die Leitungen mittels der einzelnen senkrechten Stränge nach den unteren Räumen, während ein kleinerer Strang noch bis zum Dachgeschoß steigt, um dort das photographische Atelier mit Dunkelkammer und den Körpermessungsraum, sowie den zu diesen Räumen führenden Flur zu erwärmen. Die Anordnung der Leitungen und ebenso ihre Isolierung ist dieselbe wie im Hauptgebäude. Als Heizkörper dienen Radiatoren, in den Zellen dagegen geben die von der Hauptleitung abzweigenden senkrechten Rohrstränge selber, die an der Wand eine Schleife bilden, die nötige Wärme ab. Jede Gruppe untereinander liegender Zellen ist an einen gemeinsamen Heizstrang angeschlossen und für sich abstellbar. Der Inhalt der mittels der Warmwassermitteldruckheizung des Gefängnisses zu erwärmenden Räume beträgt 4360 cbm. Die Raumtemperatur beträgt für die Flure, Treppenhäuser und Aborte + 12° C., für die Zellen + 18° C., für sämtliche übrigen Räumlichkeiten + 20° C.

Eine ausgedehntere Lüftungsanlage ist auch für dieses Gebäude nicht ausgeführt. Die Lüftung wird nur durch Temperaturunterschied bewirkt, und an den Fenstern sind Kippflügel für die Frischluftzuführung angebracht. Die Zellen werden durch hochliegende Öffnungen, die nach den panoptischen Fluren führen, entlüftet. Letztere haben an der Decke Abluftöffnungen, die in einen gemeinsamen, über Dach geführten Kanal münden, welcher die verbrauchte Luft nach außen abführt. In den Sammelräumen ist eine besondere Frischluftzuführung von außen durch Kanäle unter dem Fußboden, die hinter den Heizkörpern ausmünden und hier mit einer Jalousieklappe versehen sind, vorgesehen. Die Kosten der Heizungs- und Lüftungsanlage betrugen rund 12700 ℳ.

Die künstliche Beleuchtung des Hauptgebäudes und des Gefängnisses geschieht durch Gas. Die Einzelzellen werden bestimmungsgemäß mit Petroleumlampen einfachster Art beleuchtet.

Eine ausgedehnte Fernsprechanlage verbindet die wichtigsten Bureaus der einzelnen Abteilungen untereinander und ermöglicht durch einen Umschalter überall den sofortigen Anschluß an die städtischen und Fernleitungen der Reichspost.

Das Grundstück ist an die öffentliche Kanalisation und Wasserleitung angeschlossen. Die Versorgung mit Wasser erfolgt durch zwei voneinander getrennte Rohrnetze, von welchen eins an die Flußwasser- und eins an die Trinkwasserleitung der Stadt angeschlossen ist. Die Flußwasserleitung wird zum Besprengen der Gartenanlagen, zum Reinigen der Straßen, Höfe, der Ställe und Wagenremisen benutzt. Im Innern der Gebäude sind nur Bleirohre angewendet, um etwaige Fehler und Undichtigkeiten in den Leitungen besser beobachten und beseitigen zu können. Auf eine sorgfältige Wasserspülung der Abortanlagen ist Bedacht genommen. Es sind freistehende Aborte mit Geruchverschluß, Wasserspülkasten und Zugvorrichtung vorgesehen. In sämtlichen Aborträumen sind außerdem Waschtische und besondere

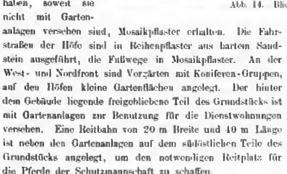
eiserne Ausgußbecken mit Zapfhähnen für die Reinigung vorgesehen. In den Spülzellen des Gefängnisses sind große eiserne Ausgüsse aufgestellt worden und besondere Reinigungsbrausen behufs gründlicher Reinigung dieser Ausgüsse.

Wege- und Gartenanlagen.

Die senkrecht zur Straße Am Waterlooplatze angelegte neue Privatstraße ist in einer Länge von 130 m bis zur Grenze des Grundstücks zur Ausführung gelangt. Die Fahrbahn ist 8 m breit und mit Kleinpflaster aus Basaltlava versehen. Die Bürgersteige sind auf der Nordseite 3 m mit einfacher Chaussierung ausgeführt, auf der Südseite 1,50 m breit mit Asphaltbelag. Die an der Straße Am Waterlooplatze hinter der Bauflucht liegenden Flächen haben, soweit sie nicht mit Gartenanlagen versehen sind, Mosaikpflaster erhalten. Die Fahrstraßen der Höfe sind in Reihenpflaster aus hartem Sandstein ausgeführt, die Fußwege in Mosaikpflaster. An der West- und Nordfront sind Vorgärten mit Koniferen-Gruppen, auf den Höfen kleine Gartenflächen angelegt. Der hinter dem Gebäude liegende freigebliebene Teil des Grundstücks ist mit Gartenanlagen zur Benutzung für die Dienstwohnungen versehen. Eine Reitbahn von 20 m Breite und 40 m Länge ist neben den Gartenanlagen auf dem südöstlichen Teile des Grundstücks angelegt, um den notwendigen Reitplatz für die Pferde der Schutzmannschaft zu schaffen.



Abb. 14. Blick vom Maschpark.



Die Einfriedigung der Vorgärten besteht aus niedrigen Dolomitpfeilern mit dazwischenhängenden Ketten, der Abschluß des Grundstücks nach der neuen Straße aus einem schmiedeeisernen Gitter, die übrigen Abschlüsse aus kräftigem Drahtgitter. Das zwischen dem Hauptgebäude und dem Stall an der Westfront befindliche Einfahrtstor ist in Roigheimer Neckarsandstein mit schmiedeeisernen, etwas reicher ausgeführten Türen und Toren hergestellt. Die Ausführungskosten betragen für die Umwehrungen rd. 13500 ℳ, für die Garten- und Hofanlagen rd. 20000 ℳ und für die Pflasterarbeiten der neuen Straße rd. 17000 ℳ.

Die innere Einrichtung, soweit sie nicht aus den alten Gebäuden hinübergenommen wurde, ist in einfacher, zweckentsprechender Weise erfolgt.

Die Kochküche des Gefängnisses ist mit einem größeren Kochherde, mit einem doppelwandigen Senkingschen Gemüsekessel und mit einem einwandigen Senkingschen Kaffeekessel und einem Spülapparat ausgestattet. Im Desinfektionsraum sind zwei Desinfektionsapparate nach dem System Krohne-Senking aufgestellt. Zwei Badezellen im Erdgeschoß des Gefängnisses für Brausebäder sind mit einer einfachen Erwärmungsvorrichtung Senkingscher Art versehen. Das Inventar des Gefängnisses wurde auf ministerielle Anordnung in verschiedenen königlichen Strafanstalten gefertigt.

Die Kosten der gesamten inneren Einrichtung betrugen rd. 87000 ℳ.

Elias Holl von Augsburg am Bau des kurfürstlichen Schlosses in Mainz, 1630 bis 1632.

Von D. Friedrich Schneider in Mainz.

In der „Denkschrift zur Herstellung des ehemaligen kurfürstlichen Schlosses in Mainz“, die ich im Beginn des Jahres 1897 im Auftrage der städtischen Verwaltung verfaßt habe,[1]) wurde zum erstenmal der Versuch gemacht, die Baugeschichte der ursprünglichen Gebäudegruppe sowie der seit dem Anfang des 17. Jahrhunderts zugefügten Bauteile, die allein auf uns gekommen sind, in festen, wenn auch nur knappen Umrissen zu zeichnen. Der völlige Mangel an archivalischen Unterlagen ließ über ein dürftiges Gerippe von Jahresangaben nicht hinauskommen; sie waren immerhin sicher und haben sich inzwischen bewährt. Alles aber, was die Geschichte des Baues beleben konnte, die Entschließungen der Bauherren, der Eintritt der Künstler, der Baubetrieb, blieb mit dem Schleier der Dunkelheit verhüllt. Mainz besitzt nämlich seit der Besitzergreifung der Stadt durch die Franzosen am Ende des 18. Jahrhunderts keine Archive mehr. Bei Annäherung der Kriegsgefahr wurden damals die ebenso wertvollen, wie umfangreichen Bestände des Reichs-Archivs, wie die des Erzstiftes, des Domkapitels und anderer Körperschaften in sorgfältig vorbereiteter Flüchtung auf das rechte Rheinufer geborgen. Die Annahme, daß die französische Besitzergreifung nicht von langer Dauer sein und das geistliche Regiment wieder an seinen alten Sitz zurückkehren werde, erfüllte sich nicht: Mainz blieb zwei Jahrzehnte in französischem Besitz;

1) Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1897 S. 217.

der Kurstaat ging in Trümmer; die Stadt ward von den rechtsrheinischen Bistumsteilen losgerissen und einem Bistum von geringem Umfang zugeteilt. Das alte Domkapitel wurde zerstreut; eine Rechtsnachfolge gab es nicht, und so verblieben die geflüchteten Archive da, wo sie zufällig eine Stätte gefunden hatten, teilweise auch ganz verschollen, bis ein Zufall sie ans Licht zog: Mainz blieb aber jedes Zusammenhangs mit seinen archivalischen Geschichtsquellen dauernd beraubt. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, daß alle Nachforschungen auf diesem Gebiet mit den größten Schwierigkeiten verbunden sind. Überdies finden sich innerhalb der zerstreuten Archivalien schwere Lücken, die teils auf die Kriegsläufte des 17. Jahrhunderts, teils auf Verschleppung in der Zeit der französischen Kriege zurückgehen. Angesichts dieser Sachlage und vieler vergeblicher Umfragen war das Bestreben, die Geschichte des Schloßbaues auszugestalten, auf harte Proben gestellt. Jahre vergingen über fruchtlosen Versuchen, da und dort Aufschlüsse zu erhalten. Immerhin ergaben sich, wenn auch in langen Abständen, wertvolle Bausteine, die für den Ausbau inzwischen gesammelt und unter sich gefügt wurden. Es gab aber auch Überraschungen. Als solche darf die Auflösung eines Rätsels gelten, das seit Jahren das plastische Rundbild eines bärtigen Mannskopfes hoch oben bei den Fensterverdachungen des zweiten Stockwerkes an der Hofseite des älteren Baues aufgab (Abb. 1). Mit der Bestimmung des Bildnisses fiel aber nicht bloß ein erhellender Lichtstrahl in die Baugeschichte des kurfürstlichen Schlosses, sondern auch in die Geschichte eines der größten Baukünstler jener Zeit und füllte hier eine Lücke aus, vor der man bisher fragend gestanden hatte: eine Aufhellung nach zwei Seiten und in beiden Fällen ebenso unerwartet, als wertvoll.

Bereits im Jahre 1897 hatte ich in der „Denkschrift" Sp. 14 darauf hingewiesen, daß sich bei der eigenartigen Abwicklung der Risalite am älteren Bau hofseitig zwischen der Schnecke der reichen korinthischen Kapitelle und dem Fenstersturz, da, wo sonst zur Belebung der Fläche runde Bossen eingefügt sind, je zwei Köpfe aus dem eingetieften Grund in starker Erhebung hervortreten. In dem ersten Fall sind es unter sich verschiedene Männerköpfe, im zweiten, am ersten Risalite von Süden her, zwei gegeneinandergekehrte Hundeköpfe. Die bildnismäßige Behandlung der Männerköpfe ließ mich damals schon auf Porträte schließen: den durch Haar- und Barttracht Auffälligen glaubte ich mit einem Fortsetzer des Baues in Verbindung bringen zu dürfen. Der auf der Ehrenseite, heraldisch rechts befindliche Kopf von minder hervorstechenden Gesichtszügen und stumpfer Behandlung, mit kurz gehaltenem Haupthaar, Schnurr- und Kinnbart, dazu dem flach umgelegten sog. Schwedenkragen wurde auf den Meister des Baues von mir gedeutet. Für das zweite Bildnis, dem zwar kostümliche Kennzeichen fehlen, war nach der eigenartigen Fassung und Durchbildung der Gesichtszüge entschieden an das Abbild eines Künstlers zu denken. Die Hundeköpfe in dem weiter gegen Süden liegenden Risalite sind kaum anders zu erklären, als die der Helmzier der Wambolt entnommenen Rüden; ich glaubte hierzu die Bemerkung (a. a. O. Sp. 27, Anm. 40) machen zu sollen: mehr eine nicht recht verständliche Freiheit, als der angemessene Ausdruck für die Wappenbezeichnung des kurfürstlichen Bauherrn. Es muß unter allen Umständen seltsam anmuten, daß völlig zusammenhanglos in solcher Höhe (17,56 m über der jetzigen Hofebene) vier Köpfe, zwei menschliche und zwei tierische, von verschwindend geringen Abmessungen (23,5 cm bezw. 24,5 cm Durchmesser) ohne jeden erkenntlichen Zusammenhang mit organischen Schmuckteilen des Baues angebracht wurden. Man kann nur an eine ganz bestimmte, wenn auch verschleierte, kaum zu enträtselnde Absicht denken. Erst nach Jahrhunderten enthüllt sich teilweise das Rätsel, und dem bärtigen Kopf mit dem gramdurchfurchten Angesicht verdanken wir den überraschenden Hinweis, der uns hier zu beschäftigen hat.

Jahre vergingen, und noch immer hatte ein Aufschluß über den Kopf des bärtigen Mannes mit den leidvollen Zügen sich nicht ergeben: man nannte ihn im engeren Verkehr schließlich den „wilden Mann" und hatte es nach so langer Zeit fast aufgegeben, je dem Rätsel seines Daseins und seiner Beziehung zum Bau auf die Spur zu kommen.

Als im Laufe des Jahres 1904 der Ersatz der ursprünglich zwischen den durchschnittenen Verdachungen der Fenster in den beiden oberen Geschossen aufgestellten Büsten in Frage kam, galt es, nach bestimmten Gesichtspunkten die Wahl der hier in Betracht kommenden Personen zu treffen. Auch in diesem Fall begegnete der Bauleiter, Herr Architekt Rudolf Opfermann, mir mit jenem Vertrauen, das in der Behandlung wissenschaftlicher Fragen der Wiederherstellung ununterbrochenen Austausch zwischen uns begründet. Es wurde dabei festgestellt, daß die seit Erbauung der erzbischöflichen Residenz an dieser Stelle beteiligten Kirchenfürsten nebst ihren künstlerischen Beratern und Mitschöpfern in erster Linie ins Auge zu fassen seien. Für den zweiten Bauabschnitt, den des Kurfürsten Anselm Kasimir von Wambolt, ward natürlich dieser selbst in Aussicht genommen; an seiner Seite sollte aber jener geheimnisvolle Unbekannte, der sogenannte „wilde Mann", mit Rücksicht auf seine von mir angesprochene Künstlerschaft seine Stelle finden, wiewohl seine Persönlichkeit noch nicht festgestellt war. Während die Einleitungen zur Herstellung der Büsten getroffen wurden, verfolgte der mit den Entwürfen beauftragte Bildhauer, Herr Ludwig Lipp dahier, die einschlägigen Fragen über geschichtliche Berühmtheiten und Tracht. Er begegnete dabei in Hirths Kulturgeschichtlichem Bilderbuch, Bd. III, Nr. 1627, S. 1096, der Wiedergabe eines Künstlerbildnisses, das in auffallender Weise an das Rundbild unseres Unbekannten erinnerte. Herr Opfermann, wie ich selbst, konnte die angesprochene Ähnlichkeit nur begründet finden, und wir traten dem Verfolg der Frage sofort näher. Handelte es sich doch um keinen Geringeren, als Elias Holl, den Erbauer des Rathauses in Augsburg. Freilich wollte es fast unglaublich bedünken, Elias Holl mit dem Bau des kurfürstlichen Schlosses dahier in Beziehung zu setzen. Keine geschichtliche Bezeugung, nicht der geringste Anhalt lag bis jetzt dafür vor. Die von Christian Meyer in den Schriften des Historischen Vereins für Schwaben und Neuburg (Augsburg 1873) veröffentlichte Selbstbiographie Holls hatte, wiewohl sie von der Kunstforschung längst gekannt und benutzt war, keinerlei Anknüpfung geboten, um eine Beziehung zwischen Holl und dem Mainzer Schloßbau auch nur vermutungsweise abzuleiten. Diese Selbstbiographie des Meisters, die mit einer Haus-

chronik seiner Familie verbunden ist, wurde ohne Zweifel von Elias Holl unter Veranstaltung älterer Familien-Aufzeichnungen in die heutige Form gebracht, zu der ein späterer Abschreiber nur einen Schlußabsatz hinzugefügt hat. Der Veröffentlichung (neuerdings teilweise abgedruckt in „Ausgewählte Selbstbiographien aus dem 15. bis 18. Jahrhundert", Leipzig 1897, Abschn. VI, S. 153 ff.) liegt nicht die Urschrift, sondern eine aus dem Jahre 1707 herrührende Abschrift zugrunde, die dem von der Hand des Meisters herrührenden sogenannten „Baumeisterbuch" (städtisches Archiv Augsburg) angefügt worden ist. Holl gab sich an diese Arbeit im Jahre 1620, nachdem er den Rathausbau vollendet hatte. Er wollte, „obwol in dem fünfzigsten Jar des alters" (er war jedoch am 28. Februar 1573 geboren, somit, falls der Beginn der Niederschrift ins Jahr 1620 fiel, erst 47 Jahre) und sein „gesicht nit mehr taette mit der hand wie vor etlichen jaren ... solches einzeichnen schlecht und gering nit wollen überlassen von wegen [seiner] Sön, so heut oder morgen dieses möchten etwan geniessen oder auch andere [seiner] nachkohmen." Die Aufzeichnung umfaßt somit die Zeit von ungefähr 1620 bis ins Jahr 1635 und vielleicht auch etwas darüber. Sie reicht demnach bei weitem nicht bis an sein Lebensende, das vor nicht langer Zeit durch Auffindung seines Grabsteins auf den 6. Januar 1646 festgestellt wurde, wonach er das Alter von 73 Jahren erreicht hatte.

In die weitgreifende und erfolgreiche Tätigkeit Holls fällt, wie ein dunkler Schatten, die Heimsuchung, die ihm infolge des sog. Restitutionsediktes Kaiser Ferdinands II. vom 6. März 1629 und der daraus hervorgegangenen Religionswirren erwuchsen. Holl gehörte dem evangelischen Bekenntnis an. Als nun die freie Religionsübung untersagt und den Bediensteten der Stadt die Wiederaufnahme des katholischen Bekenntnisses auf kaiserlichen Befehl zur Pflicht gemacht wurde, ließ Holl sich dazu nicht herbei und entsagte dem Amt des Stadtwerkmeisters. Über den Vorgang im einzelnen berichtet er nun in seinen Aufzeichnungen nicht gleichmäßig. Eingehend erzählt er nur die Verluste, die er an seiner bei der Stadtkasse gemachten, verzinslichen Einlage von 12000 Gulden zu erleiden hatte. „Wegen hohen Geldes" (Anführungen nach der Ausgabe von 1873) und anderer, nicht näher ersichtlicher Ursachen wurde ihm auf sein zweimaliges inständiges Bitten und Begehren die Rückzahlung nicht gewährt, sondern nur die Summe von 2000 Gulden bar „ausgefolgt und der halbe Teil abgekürzt" (a. a. O. S. 61). Holl hatte schwere Familienlast, Frau und zwölf Kinder. Not machte bald sich geltend, so daß er seine Ansprüche an die Stadtkasse einem Augsburger, Georg Ammann, „um 2000 Gulden bar Geld zu kaufen" gab. Holl war nunmehr gezwungen, nach anderen Erwerbsquellen sich umzusehen. Viel erfahren, wie er war, sah er, wiewohl am Ausgang seiner fünfziger Lebensjahre stehend, in der Übung der Bautätigkeit die einzige Hoffnung für seinen ferneren Unterhalt. Er suchte sein „Handwerk wie ein anderer Privatmeister das Mauren wieder" zu treiben (a. a. O. S. 61). Wenn er betont, daß er seine Kunst als „Privatmeister" geübt habe, so ist diese Äußerung wohl so zu verstehen, daß er in kein lebenslängliches Anstellungsverhältnis trat, sondern Einzelaufträge von Fall zu Fall übernehmen genötigt war. So kam es denn wirklich, wie aus seinen eigenen Worten sich ergibt, daß er sein „Handwerk" nach seiner Beurlaubung „in das dritte Jahr ... getrieben". Es fehlte ihm also nicht am Unterkommen in der für ihn so schweren Zeit. Wenn er nun das Jahr 1632 als Endpunkt seines Verhältnisses als freien „Privatmeisters" bezeichnet, so muß er bereits im Jahr 1630 aus den Diensten der Stadt Augsburg ausgeschieden sein, wenngleich der förmliche Abschied ihm erst unterm 14. Januar 1631 von Rats wegen erteilt ward. Er selbst erwähnt seiner Beurlaubung als unterm 20. Januar 1631 erfolgt. Hier liegt wohl ein Versehen vor, oder war ihm der Beschluß erst am 20. Januar behändigt worden.


Abb. 1. Von der Hofseite des älteren Baues des ehemaligen kurfürstlichen Schlosses in Mainz.

Die Aussage, daß er „in das dritte Jahr" vor seiner Wiedereinsetzung in das Amt des Stadtbaumeisters in sonstigen Aufträgen tätig gewesen, muß als ausschlaggebende Bezeugung festgehalten werden: es liegt darin der Nachweis ausgesprochen, daß er bereits vor Ablauf des Jahres 1630 neue Verpflichtungen auf sich genommen hatte. Zieht man in Betracht, daß bereits in der ersten Hälfte des Jahres 1629 die Wirren in Augsburg auskamen, und Holl wohl bald schon wegen seiner ausgesprochenen Stellungnahme in Religionssachen in Schwierigkeiten mit dem Stadtregiment geriet, so erscheint diese Vermutung durchaus naheliegend. Dieser Zeitbestimmung stehen jedenfalls nachweisliche Gründe nicht entgegen. Hatte er auch (Selbstbiogr. a. a. O. S. 60) im Juni 1630 noch für die Stadt den Bau einer neuen Sägemühle in der Länge von 150 Schuh „am Werkhof" von Grund aus aufzuführen begonnen und gut zu Ende gebracht, so brauchte damit noch nicht alle Zeit bis zum Schluß des Jahres ausgefüllt zu sein. Er konnte vielmehr noch eine gute Weile vor Ablauf des Jahres 1630 seinen Eintritt in ein neues Dienstverhältnis eingeleitet und zur Ausführung gebracht haben. Die für ihn so schmerzlichen Auseinandersetzungen betreffs seines Guthabens bei der Stadtkasse mochten zwar geraume Zeit in Anspruch nehmen; sie bedingten aber keineswegs seine Anwesenheit in Augsburg. Jedenfalls wird daraus von ihm selbst kein Anlaß abgeleitet, der ihn nach Verlust seines Amtes nach wie vor in der Heimat festhielt. Der Entschluß, seine Ansprüche an die Stadtkasse mit beträchtlichem Verlust gegen eine Barsumme zu veräußern, kann sogar erst recht mit seiner Abwesenheit von der Vaterstadt in Verbindung gebracht werden. Es erscheint daher die Annahme durchaus

zulässig, daß Holl im Verhältnis der Beurlaubung bereits ein Jahr vor seiner am 14. Januar 1631 erfolgten, endgültigen Entlassung aus seinem Amte in fremde Dienste eingetreten sei. Die Urkunde verhehlt nicht, daß Holl „dem kaiserl. Mandat mit Besuchung und Anhörung der katholischen Predigten keinen schuldigen Gehorsam [hat] leisten wollen" und darum vermöge kaiserl. Befehls von der Werkmeisterstelle entlassen worden. Im übrigen wird ihm aber bezeugt, daß er „in das 30. Jahr treulich, aufrecht, redlich, fleißig und willig gedienet, ansehnliche Gebäu allhier geführt und in seiner anbefohlnen Verrichtung sich also verhalten, daß uns seinethalben kein Klag fürkommen". Er wird darum „in allweg seinem ehrlich guten hergebrachten Namen ohne Schaden entlassen" und auf sein Begehren dieser Abschied unter der Stadt Insiegel ihm erteilt. Damit war für Holls Fortkommen die notwendige, aber doch auch wertvolle und fördernde Unterlage gewährleistet. Daß der Meister nun auch wirklich Anstalten gemacht hatte, die Stadt zu verlassen, erhellt aus der „Ratserkenntnis" (Stadtarchiv Fol. L. X 1² S. 425, 1629 bis 1631), wo ihm nachträglich unterm 18. Januar 1631 „ein Jahr, wie breichig [gebräuchlich] außer der Stadt zu wohnen erlaubt" ward. Der Erlaubnis war die Erklärung Holls vorausgegangen, daß er dem Steuerausschlag vom 28. August 1629 genügen werde. Er entrichtete denn auch bei seiner Entlassung nach der Steuerrolle (S. 95a im Jahre 1631) seine Zahlung, wobei er aber gleich für 1632 und 1633 vorausbezahlen mußte, wenn er nicht sein Bürgerrecht verlieren wollte. Sein Gehalt war bis Pfingsten 1631, 11. Juni gelaufen und betrug, wie im Jahre 1629, im Vierteljahr 37½ Gulden. Zwar fließen die Zeitangaben mehrfach ineinander, so daß die Folge der Tatsachen nicht ohne Schwierigkeiten festzustellen ist. Bei dem hier eingenommenen Standpunkt ist aber Holls bestimmte Aussage, daß er „ins dritte Jahr" sein Handwerk in fremden Diensten geübt, mit weiter unten zu verzeichnenden Tatsachen am einfachsten und richtigsten zu vereinigen.

Wo er nun seine Kunst verwertet und ein neues Dienstverhältnis eingegangen habe, wird von ihm völlig übergangen. Daß er gezwungen gewesen, wie Meyer (Selbstbiogr. a. a. O. 1897, S. 157) meint, „als ein gewöhnlicher Maurer im Tagelohn zu arbeiten" ist eine arge Mißdeutung der Worte Holls: „ein Privatmeister", der „das Mauern" als Bauleiter führt, war damals so wenig, wie heute, einem im Taglohn stehenden Mauergesellen gleich zu achten. Wenn übrigens Holl „das Mauern" aus der für ihn so prüfungsreichen Zeit nachträglich neben „der grausamen Gewissensbedrängnis", in der er damals sich befunden, unverkennbar mit starker, ja einseitiger Betonung hervorhebt, so wirkt die Erinnerung an überstandene Beschwer hier offenbar nach, während er über andere Dinge, wie seinen Erwerb in jenen Tagen, kein Wort verliert: es scheint daran ihm nicht gefehlt zu haben. Vielleicht aber läßt die unmutige Äußerung, die er in fast wegwerfendem Ton über „das Mauern" macht, dahin sich verstehen, daß er nicht so sehr als freischaffender Meister, wie vielmehr als ausführender Bauleiter in jener Zwischenzeit beschäftigt gewesen ist. Die weiter vorzutragende Lösung dürfte auch diesen Punkt in neuem Lichte erscheinen lassen. Holl war, wie ihn auch die Bildnisse in der Tracht seines Standes zeigen, eine „spektable" Persönlichkeit. Wird ihm doch auch auf dem Stich von Kilian die Ehren- und Standesbezeugung „Amplissimus" zuteil. Er ist da in das spanische Wams der Vornehmen gekleidet, mit dem weitabstehenden, weißen Kragen geschmückt und trägt zur Staatstracht das Wehrgehänge. Er, wie seine zweite Frau, die er 1608 geheiratet, Rosina Reischle, lassen sich mit der achtjährigen Tochter Rosina aus erster Ehe in einem Familienbilde malen, worauf sie köstlich gekleidet und mit ihren Lebensaltern auch die Familienwappen im Hintergrund angebracht sind. Seine Standesgewohnheiten halten sich mit seinem Können auf gleicher Linie. Außer dem städtischen Dienst hatte er, wie er sorgfältig verzeichnet, für geistliche wie weltliche Fürsten und Herren gebaut und neben bedungenem Lohn viel Ehrungen besonderer Art empfangen (vgl. u. a. die ansprechende Schilderung vom Schloßbau, der Willibaldsburg zu Eichstätt unter dem Fürstbischof Konrad von Gemmingen, 1609, a. a. O. S. 53). Über solche Beziehungen baute sich denn auch die Brücke für Holls Zukunft. Er kam nach Mainz und übernahm den Weiterbau des kurfürstlichen Schlosses unter dem Kurfürsten und Erzbischof Anselm Kasimir von Wambolt, der am 7. August 1629 vom Domkapitel erwählt worden war.



Abb. 2. Elias Holl.
Vergrößerung nach dem Porträtstich von Lukas Kilian.

Holl übergeht in einer auf den ersten Blick kaum verständlichen Weise die Zeit, wo er nach seiner „Beurlaubung in das dritte Jahr wieder [sein] Handwerk" betrieben, mit

völligem Stillschweigen. Er nimmt den Faden erst da auf, wo er im Jahre 1632 durch Gottes „sonderbare Gnad und starken Arm der königl. Majestät in Schweden [Gustav Adolfs] wieder unter dem schwedischen Regiment zu [seiner] alten Werkmeister-Stelle erhoben" worden. Meyer (Selbstbiogr. 1897 a. a. O. S. 156) erwähnt zwar nicht des oben angezogenen Ratsbeschlusses, daß Holl zunächst auf ein Jahr die Stadt verlassen durfte, nimmt jedoch ohne weiteres an, Holl habe, obwohl er schon achtundfünfzig Jahre zählte, dennoch sich entschlossen, „die Vaterstadt zu verlassen und seine Tätigkeit an einem anderen Orte fortzusetzen . . . Dies dauerte bis zum Einzug Gustav Adolfs in Augsburg im Jahre 1632." Das Schweigen Holls dürfte in den ungewöhnlichen Umständen begründet sein, unter denen er in ein neues Dienstverhältnis getreten war und über Jahr und Tag darin ohne nachweisbare Beschwer aushielt. Von Augsburg war er um seines Beharrens beim evangelischen Bekenntnis weggegangen: nunmehr tritt er bei dem katholischen Kurfürsten und Erzbischof von Mainz an dessen Schloßbau in Dienst. Dabei zählt Anselm Kasimir von Wambolt keineswegs zu den Unentschiedenen oder Lauen. Er war im deutschen Kolleg zu Rom gebildet, schon als Domherr mit der behördlichen Vertretung der Gegenreformation im Eichsfeld betraut; aber er sprach sich doch auf dem Kurfürstentag zu Regensburg betreffs des Restitutionsediktes von 1629, durch welches Holls Schicksal war besiegelt worden, dahin aus, daß es zwar nicht aufzuheben sei, jedoch von nun an (1630) so lange nicht weiter damit vorgegangen werden solle, bis die Art der Vollziehung desselben festgesetzt worden. In Augsburg waren die Maßnahmen gegen die städtischen Bediensteten offenbar sofort und mit aller Strenge dem kaiserlichen Befehl entsprechend durchgeführt worden; in den Einzelgebieten ließ man, zumal nach dem Regensburger Beschluß, größere Nachsicht walten. Wenn es gar, wie bei Holl in Mainz, nicht um einen Landesangehörigen und nicht um einen Bediensteten von bindender Anstellung sich handelte, konnte von der ausnahmslosen Durchführung abgesehen und Holl unverkümmert bei seinem Bekenntnis belassen werden. Sicher sprach hierbei ebensowohl die persönliche Wertschätzung mit, die der Kurfürst dem berühmten Baumeister des Augsburger Rathauses und so mancher hervorragender Herrenbauten entgegen brachte, als auch der Umstand, daß der in seinen Anfängen begriffene Schloßbau eines befähigten, tatkräftigen Leiters bedurfte. Bei dem am 6. Juli 1629 erfolgten Tode des Erzbischofs Georg Friedrich von Greifenklau war von dem Neubau nur das Erdgeschoß und der Zwischenstock gediehen; das erste Gebälk war noch nicht verlegt. Anselm Kasimir, der am 7. August desselben Jahres, also bereits nach Monatsfrist aus der Wahl hervorgegangen war, mochte aus allen Gründen eine beschleunigte Fortführung des unternommenen Erweiterungsbaues neben der altertümlichen und räumlich sehr beschränkten Martinsburg dringend wünschen und ergriff demnach die so günstige Gelegenheit, Holl dafür zu gewinnen. Dabei liegt die Vermutung durchaus nicht fern, daß Erzbischof Wambolt bei den mehrfach vorliegenden Verwandtschaftsbeziehungen seiner Familie, die in dem an der nördlichen Abdachung des Odenwaldes gelegenen Umstadt saß, zu dem Geschlecht der von Gemmingen von Holls Tätigkeit beim Bau der Wilibaldsburg zu Eichstätt (1609 ff.) unter Fürstbischof Konrad v. Gemmingen vorteilhaftes erfahren hatte und, darauf gestützt, um so leichter zu dessen Gewinnung für seinen Schloßbau sich verstand. Kurz, Holl übernahm den Bau, unter welchen Bedingungen ist bis jetzt gänzlich unbekannt geblieben. Zu Klagen scheint sein Aufenthalt in Mainz ihm keinen Anlaß geboten zu haben; sie wären gewiß nicht verschwiegen worden, wo doch dauernd die „grausame Gewissensbedrangnuß" seiner religiösen Überzeugung auf ihm lastete, und er erfahrene Unbill dem katholischen Brotherrn aufzurechnen kaum unterlassen hätte. Anderseits, ihn zu loben, vertrug sich nicht recht mit seinem starren Festhalten an seinem Bekenntnisstandpunkt; ja es mochte ihm überhaupt mißlich sein, an den Tag zu geben, daß er das Brot des katholischen Kirchenfürsten gegessen, nachdem er in Augsburg sich aufs äußerste geweigert hatte, dem kaiserlichen Mandat zu gehorchen „und in die päpstliche Kirche gehen" (Meyer, a. a. O. 1873, S. 60). Holl befand sich in einer Notlage, die ihn persönlich in eine Zwitterstellung brachte. Es ist darum völlig begreiflich, wenn er von dem mehrjährigen Aufenthalte in Mainz gar keine Erwähnung tat. Wenn sich nun nach so langer Zeit eine Aufhellung dieser dunklen Jahre seines Lebens bietet, und ihm die Ehre einer großen baukünstlerischen Leistung zugerechnet werden darf, wo bislang in seinem Schaffen eine Lücke klaffte, so liegt in dieser unverhofften Ergänzung seines

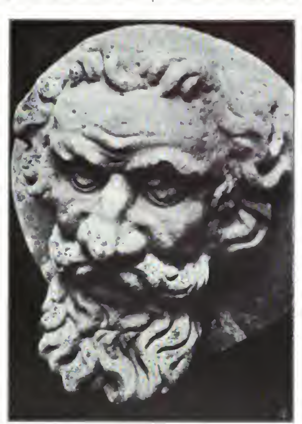


Abb. 3. Steinernes Rundbild
an der Hofseite des ehemaligen kurfürstlichen Schlosses in Mainz.

Lebensganges und seines Lebenswerkes für die Nachwelt eine Genugtuung und ein nicht geringer Reiz, während Holl selbst seiner Leistung aus jenen Tagen wohl auch aus dem Grunde nicht Erwähnung tun mochte, weil er nicht selbst Schöpfer des Baues war und ihn, unter der Ungunst der äußeren Verhältnisse, wiewohl dem Abschlusse nahe, gar unvollendet mußte liegen lassen. Der Vormarsch der Schweden auf Mainz nämlich bestimmte den Bauherrn, Erzbischof Anselm Kasimir, am 19. Dezember 1631 zur Flucht nach Köln. Bereits am 23. Dezember zog Gustav Adolf in Mainz ein. Während des Winters ruhte der Schloßbau ohnehin; in der Folge ward er gänzlich eingestellt und erst nach vierundvierzig Jahren wieder aufgenommen. Die Stadt entging mit genauer Not der Erstürmung. Bei der Übergabe an Gustav Adolf wurde ausdrücklich bedungen, daß das kurfürstliche Residenzschloß in gutem Zustand übergeben werde. Wenn Holl über seinen Bau nunmehr in unmittelbare Nachbarschaft zum Schwedenkönig trat, dem er mit schwärmerischer Verehrung zugetan war, so darf recht wohl mancher Vorteil für seine Person, wie für sein Werk daraus abgeleitet werden. So ist wohl anzunehmen, daß das Erforderliche zur Abgleichung des zweiten Obergeschosses mit Einschluß des Architravs geschehen und die vorläufige Abdeckung des Baues gegen Witterungseinflüsse vorgenommen werden konnte. Der Kran an der Südfront blieb, ähnlich wie aus älterer Zeit am Kölner Dom, als Wahrzeichen stehen.

Die Schweden drangen im Frühjahr 1632 in Süddeutschland vor, und Gustav Adolf besetzte am 24. April 1632 die Stadt Augsburg. Holl kehrte alsbald dahin zurück. In seiner Abwesenheit hatte Carolus Diez mit demselben Gehalte, wie sein Vorgänger die Stelle als Maurer- und Werkmeister der Stadt versehen. Vom 16. Mai 1633 wird Elias Holl wieder mit einem Vierteljahrsgehalt von $37^1/_2$ Gulden und einer Zulage von $12^1/_2$ Gulden aufgeführt. Holl selbst erwähnt eines längeren Zwischenraumes bis zu seiner Wiedereinsetzung in seine Werkmeisterstelle nicht; wohl aber bemerkt er, daß er „neben dem Bauwerk von dem schwedischen Ingenieur zu allerhand mühsamen Fortificationen-Werken auch stark angetrieben worden" (a. a. O. S. 61). Wie sehr er auch die Wendung in seinem Leben als eine Gnade Gottes preist, so fand er doch zunächst keine Ruhe und später erst recht große Bedrängnis, auf deren Vergeltung, wenn auch nicht in diesem Leben, so doch in jener Welt er hoffte. Immerhin dienten die Ereignisse, die sein Werk in Mainz jäh unterbrochen hatten, ihm zur Rückkehr in die Heimat und zur Wiederaufnahme seiner einstigen Beziehungen. Merkwürdige Gegensätze in Zeit und Leben.

Wenn nun der Eintritt Holls in den Weiterbau des kurfürstlichen Schlosses in Mainz sich in den Rahmen seines Lebens ungezwungen einfügt, so hat die Frage der äußeren Bezeugung um so größere Berechtigung, als geschichtliche Nachweise dafür fehlen. In erster Linie kommt hier das steinerne Rundbild in Betracht, dessen bereits Erwähnung geschah. Ihm stehen Bildnisse Holls aus verschiedenen Lebensaltern gegenüber, die eine Bestimmung des Rundbildes am Schloßbau vermitteln. Vor allem das Familiengemälde aus dem Jahre 1610, jetzt im Besitz der städtischen Verwaltung, nach allen Merkmalen von Lorenz Strauch, dem vielgesuchten Bildnismaler (geb. 1554, gest. 1636). Sodann kommt in Betracht der vorzüglich durchgebildete Porträtstich von Lukas Kilian, dem berühmten Augsburger Stecher, der im Jahre 1619 ihm das Blatt „in Liebe und Zuneigung" inschriftlich widmete. Hiernach ist in Vergrößerung die beigestellte Abbildung 2 (S. 569) angefertigt. Ferner sein lebensgroßes Bildnis in einem der Deckenbilder von Mathias Kager im „Goldenen Saal" des Rathauses in Augsburg aus dem Jahre 1621. Sie alle veranschaulichen, trotz der deutlich ausgeprägten Altersunterschiede und der Verschiedenheit der Darstellungsmittel (Ölmalerei, Kupferstich), unter sich übereinstimmende Züge von Ähnlichkeit und ebenso sehr ihm eignende Besonderheiten. Dahin ist die Stirn mit ihrem hereinwachsenden Kopfhaar und den tiefen Stirnfalten zu rechnen. Ferner die hochgeschwungenen Brauen, die starke Nase mit dem herabgezogenen Knorpel. Die tiefen Falten unter den Augen und bei der Nase sind für Holls Lebenszeit zwischen seinem 45. und 58. Jahre sehr bezeichnend und geben ihm in Verbindung mit der in Falten aufwärts gezogenen Stirnhaut den Ausdruck eines tiefernsten, vielerwägenden, mit dem Entschluß ringenden, sorgenvollen Mannes. So zeigt ihn, trotz der Rauheit des Materials (roter Mainsandstein, wie er gerade am Bau sich ergab) und der derben, aber markigen Ausführung auch das Mainzer Bildnis (Abb. 3). Das höhere Alter also, etwa 58 Jahre, sowie die überstandenen und noch dauernden Kümmernisse sind ihm aufs Angesicht geschrieben. Stark treten hier die wulstigen Lippen hervor, die auf den früheren, allerdings gefällig behandelten Bildnissen nicht so auffällig ausgeprägt waren. Das Mainzer Bildnis wollte übrigens auch nichts abglätten, sondern die Lebenswahrheit ungeschminkt zum Ausdruck bringen. In diesem Sinn und ganz abgesehen von Holls Persönlichkeit muß das Mainzer Rundbild zu den bestdurchgebildeten Porträt-Darstellungen der Zeit gerechnet werden. Kennzeichnend für Holl ist übrigens die über mehr als zwei Jahrzehnte unverändert beibehaltene Barttracht, die sich von zeitlicher Mode durch die breite Form des Kinnbartes merklich unterscheidet. Der Künstlerehre Holls dürfte kein Abtrag geschehen, wenn das Mainzer Bild seiner eigenen Hand zugeschrieben wird.

Die Vorgeschichte des Baues gehört nicht hierher. Wann das Unternehmen ins Werk gesetzt worden, ist genauer nicht bekannt. Die beiden prachtvollen Wappen des Erbauers an der Böschungsmauer gegen die Rheinseite tragen die Jahreszahl 1628. Erzbischof v. Greifenklau war am 20. Oktober 1626 erwählt worden. Der Schloßbau, dessen Gründung in der unmittelbaren Nähe des Rheins, neben der beträchtlichen Ausdehnung des Gebäudes, große Schwierigkeiten bot, muß sehr bald nach Greifenklaus Regierungsantritt angegriffen worden sein, wenn er 1628 bereits so erheblich aus der Grabensohle heraus gefördert war. Der mit der Stirnseite nach Süden gerichtete Flügel mit seinen acht Fensterachsen bildet den Anfang einer großgeplanten neuzeitlichen Schloßanlage von hufeisenförmigem Grundriß, die hinter der alten Martinsburg erstehen sollte. Während der nur dreijährigen Regierungszeit des Erzbischofs Greifenklau kam bloß das Erdgeschoß samt dem Zwischenstock zur Ausführung. Unmittelbar über dem Abschlußgesims, unter dem noch das Greifenklausche Wappen erscheint, ist in den Fensterbrüstungen des ersten Oberstockes schon Wappen und Monogramm des Nachfolgers Anselm Kasimir v. Wambolt, der, wie früher

angegeben, nach vier Wochen seinem Vorgänger folgte. Über den Schöpfer des Baues, sowie über den Betrieb fehlen alle Nachrichten. Unter diesen Umständen liegt die Vermutung nahe, daß jener bis dahin unbekannte Baukünstler, auf den der Entwurf zum Schloßbau zurückgeht, am Platz nicht dauernd anwesend geblieben sei, und daß die Ausführung sich ohne seine ständige Teilnahme vollzogen habe. Daß dem sonst auch so geschah, erhellt aus den Aufzeichnungen von Elias Holl, der aus dem Jahre 1607 bezüglich des von ihm eingeleiteten Aufbaues des Schlosses zu Scheinfeld in Franken berichtet, er habe viel Mühe gehabt „mit Visieren zu machen neben [des Grafen] Bauleuten". Ebenso leitete er 1609 von Augsburg den Bau der Wilibaldsburg zu Eichstädt ein, wobei er sich „jederzeit auf Erforderung wiederum von Augsburg bei Ihrer fürstlichen Gnaden einfinden" sollte. Ein Verhältnis, das sehr wohl auch bei dem Mainzer Schloßbau für die früheste Bauzeit angenommen werden darf. Warum nun der neue Erzbischof zu einer anderen Art in dem Baubetrieb überging und einen Meister von Namen und erprobter Befähigung für den Fortbau gewann, ist nicht weiter belegt. Indes treten am Bau selbst gewisse Erscheinungen zutage, die den Mangel einer festen, höheren Leitung deutlich erkennen lassen. Aus der Beschaffenheit der Einzelheiten am ersten Obergeschoß der Hofseite und an der anschließenden Hälfte der Erkerfront, die durch die Jahreszahl 1630 auf das erste Baujahr unter Erzbischof Wambolt sicher festgelegt ist, geht unzweifelhaft hervor, daß die Ausführung unter geringen Händen zurückging und in einer äußerlichen, handwerksmäßigen, zum Teil mißverstandenen Weise fortgeführt wurde. Da tritt nun mit einemmal über der Fensterbrüstung des Mittelfensters des zweiten Obergeschosses der Südfront ein straffer, von künstlerischen Empfindungen durchdrungener Zug zutage. Die teigartig zusammengehängten, schlecht modellierten Perlschnüre an den Fenstergewänden werden locker und geschickt gruppiert, fein und wirkungsvoll aus dem Grunde gehoben, die Zahnschnitte regelmäßig, straff und höher hinaufgeführt und tief herausgehoben. An den Konsolenträgern unter den Fensterbänken ist die Mittelzunge des Fußes besser vorgezogen; in dem aufsteigenden Teile erscheinen, anstatt der bisherigen Zweiteilung, drei Kannelierungen, wovon die mittlere freibleibt, und die seitlichen, entgegen den früher teigartigen Füllmotiven, nunmehr Zierstäbe aus einem längeren Mittelstück und richtigen Perlen sind. Die Abwicklungen am Fuß der Fenstergewände werden freier ausgebogen, selbständig in die Profilierung hineingesetzt und markiger ausgebildet. Die Sinnzeichen (die Namens-Anfangsbuchstaben A.C. des Erzbischofs Anselm Casimir), die bisher ungeschickt und unsymmetrisch in die Ringkartuschen der Brüstungsplatten eingezwängt waren, werden jetzt mit sorglicher Abwägung in die etwas in die Breite gezogene Kartusche mit feiner Empfindung eingeschrieben, an der man Sorgfalt und Geschmack unmittelbar herausfühlt. Daneben werden die Abwicklungen an den Flachornamenten in den Fensterbrüstungen wirkungsvoll vorgezogen, die großen Schnecken an den Kapitellen weiter unterschnitten und schwungvoll herausgetrieben, die Polster, anstatt eines trocknen Akanthus-Motivs, mit einem neuerfundenen, locker und feingegliedertem Blattwerk, das fast an Ornamente der Frührenaissance anklingt, ausgestattet. Die Jahreszahl 1630 am mittlerem Fenster des ersten Oberstockes ist in einer geradezu liederlichen Weise in ihre Kartusche hineingezwängt, während die folgenden, viermal sich wiederholenden Jahresbezeichnungen 1631 an den Fensterbrüstungen des zweiten Obergeschosses meisterlich eingetragen und ausgeführt sind. Wenn erst mit 1631 die einheitliche Durchführung der veränderten Behandlungsweise zutage tritt, so kann daraus noch kein Beweis gegen Holls Eintritt in die Bauleitung vor Ende 1630 gefolgert werden. Er konnte beträchtliche Vorräte von vorgearbeiteten Stücken angetroffen haben und bedurfte unter allen Umständen der Zeit, die Bauhütte auf seine Absichten zu stimmen und der Ausführung eine veränderte Richtung zu geben. Die Grenze haarscharf festzulegen, ist vielleicht überhaupt untunlich ein Versuch in dieser Richtung überschritte den Rahmen dieser Darlegung. Jedenfalls aber setzt sich die hier in Kürze bemerkte Scheidung in der Ausführung zwischen 1630 und 1631 von nun an fortlaufend durch alle aufgehenden Teile des Baues bis zum abschließenden Architrav des zweiten Obergeschosses fort, wo Holls Bildnis sich findet und seine Bautätigkeit zum jähen Ende kam. Es kann somit aus der Beschaffenheit des für Holl in Anspruch zu nehmenden Weiterbaues eine bezeichnende Wendung zu einer vollkommeneren Bauleitung erwiesen werden, wenngleich der Rahmen, in dem die Ausführung sich zu bewegen hatte, unverrückbar festgestellt war. Aber die künstlerische Anschauung, die von da ab alle schmückenden Glieder des Baues durchströmt, bekundet den Meister, der mit durchgebildetem Geschmack eine ebenso erfahrungsreiche Hand vereinte und das Handwerk seinem Willen beugte. Dabei muß der Betrieb als sehr tatkräftig und förderlich anerkannt werden. Denn es ist eine höchst anerkennenswerte Leistung, die mit so reicher, bildhauerischer Ausstattung versehenen Bauteile, nämlich das zweite Obergeschoß in seiner ganzen Ausdehnung und die rheinseitige Hälfte des ersten Oberstockes, in so knapp bemessener Zeit zwischen Ende 1630 und Frühzeit des Jahres 1632, unter Einrechnung der Winterpausen in nicht viel mehr als Jahresfrist auszuführen.

Was Holl am Schloßbau geleistet hat, ist ein Ehrenmal für ihn: der Umfang seines Werkes bezeugt einen flotten und mit Umsicht geleiteten Betrieb; was er in die künstlerische Ausstattung hineingetragen, rühmt seine feine Empfindung und die freie Sicherheit, womit er selbst unter beengten Verhältnissen seine künstlerische Eigenart zum Ausdruck zu bringen wußte. Mag er selbst seinen Aufenthalt und seine Bautätigkeit in Mainz in seinem Leben und seinem Werk nicht als erwähnenswert erachtet haben, so wird seine Teilnahme am Schloßbau daselbst heute sicher als neuer Ruhmestitel für Elias Holl bezeichnet werden dürfen. Für das kurfürstliche Schloß aber ist es eine Ehre und Auszeichnung, den Augsburger Meister unter die Künstler zählen zu dürfen, die sich hier verewigt haben.[2])

2) Die große Zahl von Druckschriften zu Holls Leben und Tätigkeit im einzelnen zu verzeichnen und auf sie zu verweisen, erschien überflüssig, nachdem sie zu dem hier in Frage kommenden Zeitabschnitt seines Lebens in keiner Richtung Belege bieten oder auch nur Aufschluß zu geben versuchen. Ebenso blieben Wiederholungen seines Bildnisses aus früherer oder späterer Zeit außer Betracht, da sie alle auf dieselben Vorbilder zurückgehen.

Der Ausbau der Netze vom Bromberger Kanal bis zur Mündung in die Warthe.

(Mit Abbildungen auf Blatt 62 bis 64 im Atlas.)

1. Allgemeines.

Die Netze entsteht aus zwei Quellflüssen, die sich im Pakoschsee vereinigen. Der östliche entspringt im russischen Grenzkreise Nieschawa, führt bis zum Eintritt in den Goplosee den Namen Notec, von dort auf preußischem Gebiet den Namen Moutwy. Der westliche nimmt seinen Ursprung im Skorzeneiner See, preußischer Grenzkreis Witkowo, und fließt in ungefähr nördlicher Richtung zum Pakoschsee. Die von hier ab vereinigte Netze nimmt ihren Lauf zunächst in nordwestlicher Richtung durch Bruchland und mehrere Seen bis Nakel, worauf sie sich westwärts wendet und bei Zantoch in die Warthe mündet. Die Netze oberhalb Nakels (Obere Netze) bildet in ihrem größeren Teile unter Einschaltung mehrerer Kanalstrecken eine schiffbare Wasserstrecke vom Goplosee bis zum Bromberger Kanal in einer Länge von rund 89 km.

Der anschließende, etwa 189 km lange Flußlauf von Nakel bis zur Mündung (Abb. 7 Bl. 62) bildet im Verein einerseits mit dem Unterlauf der Warthe, anderseits mit dem Bromberger Kanal und der kanalisierten Brahe die wichtige Wasserstraße zwischen der Oder und Weichsel. Die Netze durchzieht auf dieser Strecke ein 2 bis 8 km breites Wiesental, welches mit seinen beiderseitigen Fortsetzungen als das Bett eines vorzeitlichen Stromes angesehen wird, der sich von der Weichsel am südlichen Abhang der pommerschen und mecklenburgischen Seenplatte im wesentlichen in westlicher Richtung hinzog und an der Mündung der jetzigen Elbe die Nordsee erreichte.

An größeren Nebenflüssen treten im Mittel- und Unterlauf der Netze auf der rechten Seite die Küddow und Drage hinzu, außerdem münden hier unweit Gromaden die unbedeutenderen Zuflüsse Rokitka und Lobsonka; auf der linken Seite sind nennenswerte Zubringer nicht vorhanden. Der Taluntergrund besteht auf der Strecke von Nakel bis Gromaden aus Torf und Sand, weiter unterhalb herrscht Torf und Moorboden vor, unter dem erst in größerer Tiefe Sand oder Ton ansteht. Von der Küddow- bis zur Dragemündung ist der Torf- und Moorboden in der Nähe des Flußlaufes mit Sand, oft in wechselnden schwachen Schichten, gemischt, während von der Drage ab bis zur Warthe der torfige Untergrund mit Sand und Lehm, zum Teil auch mit schlickigem Bruchboden durchsetzt ist.

Das Gefälle des Flusses (Abb. 6 Bl. 62) ist in dem in Frage kommenden Teil sehr wechselnd. Man unterscheidet demgemäß vier verschiedene Flußstrecken. Zunächst die Kanalisierte Netze, 14,3 km lang, von Nakel bis Gromaden. Hier sind wegen des vorhandenen stärkeren Gefälles bei Bielawy unweit Nakel und bei Gromaden Staustufen angelegt. Sodann folgt von Gromaden bis Usch die Träge Netze, 53,2 km lang, so benannt wegen des äußerst schwachen, früher etwa 1:34000 betragenden Gefälles. Durch die Aufnahme der Küddow bei Usch ändert der Fluß seinen Charakter vollständig; es folgt die etwa 72,6 km lange Strecke der Lebhaften Netze, die sich bis zur Einmündung der Drage erstreckt. Unterhalb der letzteren beginnt die Untere Netze. Von der Küddow-Mündung bis Czarnikau betrug vor der Regulierung in den Jahren 1891 bis 1899 das mittlere Gefälle etwa 1:4300; von da ab nahm es jedoch wieder allmählich ab und betrug von Trebitsch bis zur Mündung etwa 1:6200. Durch Regulierung sind die Gefällverhältnisse dahin geändert, daß auf der Strecke von der Küddow-Mündung bis Czarnikau jetzt das mittlere Gefälle 1:3400 beträgt und weiter unterhalb bis zur Mündung in die Warthe bis auf 1:5900 abnimmt.

Das Niederschlagsgebiet der Netze beträgt beim Eintritt des Oberlaufes in das erwähnte Haupttal bei Nakel 3829 qkm und wächst bis zum Gefällsbruch an der Küddowmündung nach Aufnahme der Lobsonka und einiger unbedeutender Zuflüsse auf 6365 qkm. Mit der Küddow (4745 qkm) erhält es eine Größe von 11110 qkm und im weiteren Laufe bis zur Drage unter Hinzutritt einiger kleinerer Fließe 12620 qkm. Durch die Drage (3198 qkm) wächst das Niederschlagsgebiet auf 15818 qkm, welches endlich an der Mündung der Netze 17240 qkm beträgt. Oberhalb der Küddow-Mündung werden bei mittlerem Niedrigwasser etwa 8 cbm, bei Mittelwasser 19 cbm und bei mittlerem Hochwasser 39 cbm in der Sekunde abgeführt. Durch den Hinzutritt der Küddow wächst die Abflußmenge bei Niedrigwasser auf 29, bei Mittelwasser auf 54 und bei mittlerem Hochwasser auf 104 cbm in der Sekunde. Nach Aufnahme der Drage betragen die abgeführten Wassermengen bei Mittelniedrigwasser 54 cbm, bei Mittelwasser 92 und bei mittlerem Hochwasser 177 cbm in der Sekunde. Das größte Hochwasser im Jahre 1888 oberhalb der Dragemündung wird zu 215 cbm in der Sekunde angenommen. In trockenen Jahren sinkt die Wassermenge der Netze oberhalb der Küddow-Mündung auf 4 cbm in der Sekunde und darunter. Über das höchste Hochwasser, dasjenige vom Jahre 1888, liegen zuverlässige Ermittlungen nicht vor.

Das Überschwemmungsgebiet erstreckt sich nur selten auf die ganze Breite des Tales, da dieses nach den Rändern hin mehr oder weniger ansteigt. An der Kanalisierten Netze nur etwa 1 km breit, nähert es sich von oberhalb Schleuse XII an der Trägen Netze mehr und mehr den Talrändern und erhält eine durchschnittliche Breite von 4 km mit Ausweitungen bis zu 6,5 km und Einengungen auf 2 km, die schließlich oberhalb der Dziembowoer Eisenbahnbrücke wieder auf 1 km zurückgeht. Von hier ab bis Usch liegt das Tal größtenteils hochwasserfrei. An der Lebhaften Netze unterhalb Usch bis zur Dragemündung hatte die Überschwemmung bei dem größten beobachteten Hochwasser von 1888 eine Breitenausdehnung von $1\frac{1}{2}$ bis 2 km mit Einschränkungen auf 1 bis $1\frac{1}{4}$ km unterhalb Usch, bei Czarnikau, Gulcz, Filehne und Dratzig. Das Überschwemmungsgebiet der Unteren Netze wird durch zwei unten offene Flußdeiche beschränkt, wovon der obere am linken Ufer (für das Obere Netzebruch) bis zur Einmündung der Alten Netze unterhalb Vordamm auf 13 km Länge, der untere am rechten Ufer von Kolonie Franzthal bis Schwelmsberg (für das Untere Netzebruch) auf 23,5 km Länge geführt ist. Längs des oberen Deichzuges, demgegenüber das Hochufer ansteigt, wird der

Hochwasserquerschnitt auf 180 m beschränkt. Eine zweite Verengung findet bei Trebitsch statt, wo gegenüber dem rechtsseitigen Deiche das linke höhere Gelände bis auf 350 m herantritt. Im übrigen breitet sich das Überschwemmungsgebiet unterhalb des oberen Deiches bis zu 3,5 km, gegenüber dem unteren Deich bis zu 4,8 km und unterhalb des letzteren beiderseits bis zu 7,5 km aus.

Die Ausuferung beginnt an der Trägen Netze bei einem Stande von 0,20 bis 0,70 m über Mittelwasser, am frühesten bei Weißenhöhe und Sophiadamm, wo sogar noch tiefere Lagen vorkommen, und an der Lebhaften Netze bei einem Stande von etwa 0,75 m über Mittelwasser. An der Unteren Netze ufert der Fluß im oberen Teil bis Trebitsch etwa bei 0,80 m, weiter unterhalb bei 0,30 bis 0,40 m über Mittelwasser aus, während die Ufer bis zur Mündung auf diesen Wasserstand herabfallen. Das durchschnittliche Hochwasser erhebt sich an der Trägen Netze um etwa 0,80 m, an der Lebhaften Netze um etwa 1 m über Mittelwasser. Der untere Lauf ist durch den Rückstau der Warthe zeitweise beeinflußt.

II. Frühere Regulierungsarbeiten bis 1890.

Der von Friedrich dem Großen in den Jahren 1773 und 1774 unmittelbar nach der Vereinigung des Netzedistrikts mit Preußen erbaute Bromberger Kanal gab die Veranlassung zu Verbesserungen der anschließenden Netze. Im unterhalb der Dragemündung liegenden Teile waren schon früher umfangreiche Arbeiten ausgeführt worden. Hierher gehört die in den Jahren 1763 bis 1765 erfolgte Herstellung eines 9 km langen Durchstiches bei Driesen und die Bedeichung des anstoßenden oberen Netzebruches am linken Ufer des neuen Laufes bis fast zur Dragemündung hinauf. Schon in den nächsten Jahrzehnten wurde auch das rechtsseitige untere Bruch von der Kolonie Franzthal bis Schwelmsberg auf 23,5 km Länge eingedeicht und später flußabwärts eine Anzahl von Durchstichen hauptsächlich im Interesse des Deich- und Uferschutzes ausgeführt, durch welche die bis dahin in zahlreichen Armen verzweigte Netze einen einheitlichen Lauf erhielt.

Auf der oberen Strecke erfolgte außer den nötigsten Durchstichen der Einbau je einer Schleuse bei Gromaden (1780 bis 1782) und bei Bielawy (1811 bis 1812). Auch wurden an der Lebhaften Netze mehrere Mühlenstaue beseitigt. Die Gromadener Schleuse ist 1822 bis 1824 in einen seitlich angelegten Durchstich verlegt worden. Beide Schleusen haben später noch Hilfshäupter erhalten.

Da die Durchstiche meist nur als schmale Gräben ohne Uferbefestigung ausgeführt waren, fielen sie meistens wieder der Verwilderung anheim, wogegen vornehmlich im unteren Laufe durch Buhnenbauten eingeschritten wurde. Erst in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurden mehr Mittel verfügbar, mit denen die Verbesserung der Wasserstraße in allmählich verstärktem Maße fortgesetzt werden konnte, wozu auch die 1872 bis 1874 erfolgte Verlegung der Netzemündung um 1,1 km abwärts gehörte. Bis zum Jahre 1890 sind für diese Arbeiten im Frankfurter Bezirk von 1875 ab ungefähr 785000 ℳ, im Bromberger Bezirk von 1849 ab ungefähr 980000 ℳ verwendet worden. Diesen, wenn auch besonders im oberen Laufe durchaus noch unzureichenden Verbesserungen folgte ein wachsender Schiffsverkehr, neben dem sich schon seit Anfang des vorigen Jahrhunderts in westlicher Richtung aus der Oberbrahe und Weichsel allmählich ein lebhafter Floßverkehr entwickelt hatte. Dieser stieg in höherem Grade als jener und wurde bald der herrschende, namentlich nachdem in den Jahren 1877 bis 1879 die untere Brahe durch Einbau von Schleusen und Wehren kanalisiert und gleichzeitig von der Bromberger Hafen-Aktiengesellschaft an der Brahemündung ein großer Floßhafen angelegt war.

Ein annäherndes Bild der Verkehrsentwicklung bieten die in der nachstehenden Tabelle zusammengefaßten Aufzeichnungen der Zollhebestelle am Bromberger Kanal, indem die dort durchlaufenden Kähne und Flöße vornehmlich dem großen Verkehr angehören.

Durchschnittlicher Jahresverkehr	1821/30	1831/40	1841/50	1851/60	1861/70	1871/80	1881/90
Anzahl der Kähne	1126	1362	2011	3277	3715	2476	1676
Floßholz qm . . .	105200	151600	444400	822000	1786800	2512000	2628000

Den gesteigerten Ansprüchen gegenüber zeigte sich die Leistungsfähigkeit der Wasserstraße je länger desto weniger gewachsen, was sich mehr noch als im Bromberger Kanal in der anschließenden Netzestrecke vornehmlich bis zur Dragemündung fühlbar machte. Hier waren es besonders die zahlreichen und scharfen, vielfach mäanderartigen Windungen des in dem leichten beweglichen Sand-, Torf- und Moorboden eingeschnittenen Flußlaufes, welche der Schiffahrt hinderlich wurden. Da die Ufer wegen unzureichender Mittel nur auf verhältnismäßig kurze Strecken gedeckt und festgelegt werden konnten, blieb im übrigen der Flußlauf, besonders der Lebhaften Netze, im Zustande dauernder Veränderung. Die abbrüchigen Ufer höhlten sich innerhalb der scharfen Schleifen oft derart aus, daß Durchbrüche und mit diesen noch größere Verwilderungen entstanden. Selbst an den weniger scharf gewundenen Flußstrecken konnte ein jährliches Fortschreiten ihrer Krümmungsscheitel um durchschnittlich 5 m festgestellt werden. Wesentlich unterstützt wurde die Verwilderung durch den Floßverkehr, indem die einbiegenden Ufer durch die entlang schleifenden Stämme allmählich unterhöhlt wurden, worauf schließlich der Einsturz der überhängenden Erdmassen erfolgte.

III. Neue Bauten.

Um unter den angegebenen Umständen befriedigende Verhältnisse zu schaffen, stellte sich in den achtziger Jahren, da mit den bisherigen Mitteln eine dauernde Verbesserung des Flußlaufes nicht zu erreichen war, die Einleitung kräftigerer Maßnahmen nach einem durchgreifenden einheitlichen Regulierungsplan als unumgänglich heraus. Beachtet werden mußte bei der Aufstellung dieses Planes, daß neben den Bedürfnissen der Schiffahrt hier in besonderem Maße auf die Interessen der Landwirtschaft Rücksicht zu nehmen war. Schon seit Anfang der achtziger Jahre war aus den landwirtschaftlichen Kreisen Einspruch gegen den Fortgang der Regulierungsarbeiten an der Netze erhoben, weil aus der Geradelegung und Verkürzung des Flußlaufes nachteilige Folgen für die Ertragsfähigkeit der nur aus Wiesen bestehenden Uferländereien befürchtet wurden. Die Fruchtbarkeit der Netzewiesen ist von dem Eintritt und der Dauer der Über-



flutungen im Winter und Frühjahr abhängig. Die Verhältnisse sind jedoch verschieden. Im Gebiet der Trägen Netze bestand der Nachteil, daß die Überschwemmungen bei Eintritt des Wachstums vielfach noch andauerten, so daß ein früherer Ablauf, zumal das Wasser nur wenig befruchtende Sinkstoffe enthält, nur nützlich wirken kann. An der Lebhaften Netze dagegen laufen die Hochwasser bei dem stärkeren Talgefälle im allgemeinen früher ab, auch sind sie wegen Hinzutritts der sandführenden Küddow fruchtbarer; eine Änderung des bestehenden Zustandes wurde deshalb seitens der Wiesenbesitzer nicht gewünscht. Ein dementsprechend im Winter 1889/90 aufgestellter Entwurf bezweckte den Ausbau der Netze als Wasserstraße mit einer Tiefe von 1 m bei Niedrigwasser und von 2 m bei Mittelwasser für die zur Zeit verkehrenden Finowkanalschiffe von 40,2 m Länge und 4,55 m Breite. Dabei war jedoch auf eine spätere Benutzung durch größere, den Oder-Spreekanal und die obere Oder befahrende Schiffe von 55 m Länge und 8 m Breite tunlichst Rücksicht zu nehmen. Um zugleich die früheren natürlichen Überflutungen des Tales der Lebhaften Netze auf künstliche Weise zu erhalten und zu fördern, wurden in den regulierten Flußlauf in Abständen von 16,6 bis 22,9 km vier Stauwerke so eingelegt, daß mit ihnen später unter Einschaltung von Zwischenstauen eine vollständige Kanalisierung der Netze von der XII. Schleuse bei Gromaden bis zur Dragemündung ausgeführt werden kann.

A. Regulierungsarbeiten.

Mit Rücksicht auf die spätere Befahrung mit größeren Schiffen sind scharfe Krümmungen von weniger als 180 m Halbmesser abgeflacht oder mittels Durchstichen abgeschnitten worden. Für die Linienführung der hierdurch bedingten Veränderung des Flußlaufes (Abb. 1 und 2 Bl. 62) war auch die Rücksichtnahme auf die Grundbesitzverhältnisse mitbestimmend. Die Einschränkung zu großer Breiten erfolgte im Anschluß an die Durchstiche durch Anschüttungen aus dem Aushub, im übrigen, soweit nötig, durch Buhnen. Der für die Flußverlegungen erforderliche Grunderwerb erstreckte sich im allgemeinen nur auf die Spiegelbreite bei Mittelwasser, so daß die angrenzenden Ufergrundstücke nach wie vor bis an den Fluß reichen. Im übrigen änderte sich die Bauweise mit der oben erwähnten Verschiedenheit der einzelnen Flußabschnitte.

1. Die Kanalisierte Netze von Schleuse X bei Nakel bis Schleuse XII bei Gromaden.

An der mit zwei Schleusen kanalisierten Strecke sind Änderungen in den Stauanlagen und Wasserständen sowie am Querschnitt nicht vorgenommen worden. Sonstige Arbeiten erfolgten zwischen der XI. und XII. Schleuse, bestehend in durchgreifenden Begradigungen des meist in scharfen, kurzen Krümmungen verlaufenden Flusses, in Uferdeckungen und Herstellung eines erhöhten Leinpfades am linken Ufer mit 2,5 m breiter Krone, soweit das Ufer die Höhe von 1 m über den Stauwasserstand nicht erreichte. Der Leinpfaddamm ist mit den zur Erhaltung der früheren Vorflut- und Überschwemmungsverhältnisse erforderlichen hölzernen Stegen von 2 m Breite und mit Rohrdurchlässen von 30 bis 50 cm im Durchmesser versehen worden. Die Durchstiche sind mit 16 m Sohlenbreite und zwei- bis dreifachen Böschungen hergestellt, während die am rechten Ufer abgeschnittenen Altarme mit dem neuen Flußlauf in offener Verbindung blieben. Die Befestigung der Uferböschungen, der Durchstiche, der Anschüttungen und des Leinpfaddammes erfolgte über Stauwasser mit Flachrasen, darunter mit einem meistens 18 bis 20 cm starken Steinbewurf, der jedoch nur 60 bis 80 cm unter Wasserspiegel herabreicht. In nicht standfestem moor- und tonhaltigen Boden mußten die Böschungen außerdem im Fuße durch leichte Bohlwerke mit Stülpwänden gehalten werden.

Im ganzen wurden 34 Durchstiche von zusammen 3966 m, gewöhnliche Uferdeckungen von 16283 m, Uferdeckungen mit Bohlwerken von 2588 m Länge hergestellt, ferner in den Leinpfaddamm 7 Stege und 39 Rohrdurchlässe eingelegt.

Die Kanalisierte Netze ist hierbei von 16,464 km auf 14,298 km Länge, also um 2,166 km oder 13,2 vH. verkürzt worden.

2. Die Träge Netze von Schleuse XII bis Usch (Küddowmündung).

Gleichartige Verbesserungen fanden in der Trägen Netze vornehmlich im oberen Teile bis Weißenhöhe und bei Sophiadamm statt. Dabei wurden die Durchstiche mit einem Querschnitt von 15 bis 20 m Sohlenbreite und meist dreifachen Böschungen ausgeführt. Da bei Weißenhöhe ein Spannplatz eingerichtet ist, wo die vom Bromberger Kanal kommenden Flöße eine Zeitlang lagern und auf andere Längen umgebunden werden, wurde der Leinpfaddamm bis Weißenhöhe am linken Ufer fortgesetzt, um die Ausübung der Flößerei bis dahin auch bei höheren Überflutungen des Tales zu ermöglichen. Die Deckung der Uferböschungen und die Einlegung von Stegen und Rohrdurchlässen in den Leinpfaddamm erfolgte wie an der kanalisierten Strecke.

Im ganzen sind 57 Durchstiche von zusammen 9128 m, gewöhnliche Uferdeckungen von 19759 m, Uferdeckungen mit Bohlwerk von 2175 m Länge hergestellt und in den Leinpfaddamm 86 Stege und 75 Rohrdurchlässe eingebaut.

Infolge der etwa 6 km betragenden Verkürzung und einer oberhalb Usch ausgeführten Baggerung zur Beseitigung einer Flußbarre ist das Wasserspiegelgefälle etwas verstärkt worden, so daß es nunmehr bei Mittelwasser 1:29000 beträgt. Es ist dadurch eine bessere Vorflut dieses Talabschnittes erreicht, der früher in nassen Jahren an Versumpfung zu leiden hatte.

3. Die Lebhafte Netze von der Küddow- bis zur Dragemündung.

Auf diese Flußstrecke, die zugleich die meisten und schärfsten Krümmungen enthielt, entfiel der Hauptteil der Regulierungsarbeiten. Da die Küddow bei Mittelwasser etwa die doppelte, bei Niedrigwasser die zweieinhalbfache Wassermenge der Netze zuführt, erweitert sich von hier ab der Flußquerschnitt trotz des einsetzenden stärkeren Gefälles, entsprechend den Abmessungen bei den bisherigen Regulierungen, auf eine Sohlenbreite von 23 m mit dreifachen Böschungen. Dieser Querschnitt (Abb. 3 Bl. 62) wurde später auf 24 m Sohlenbreite mit vierfachen Böschungen erweitert. Die hiernach geböschten Ufer wurden über Mittelwasser mit Flachrasen, darunter mit einer bis zur Sohle reichenden 10 bis 20 cm starken Schüttung aus kleinen Feldsteinen gedeckt, die auf den Anschüttungen eine 10 bis 30 cm starke Matten-

unterlage erhielt. Infolge der umfangreichen Ausführung derartiger Uferdeckwerke konnte die Regulierung mit Buhnen wesentlich eingeschränkt bleiben. Diese wurden vornehmlich nur auf Höhe des Niedrigwassers gelegt, während die Mittelwasserhöhe für Trennungs- und Leitwerke, sowie für solche Strecken gewählt wurde, wo eine bessere Stromführung geboten war. Da die oberen Enden der abgeschnittenen Altarme bald verlandeten, wurden diese am unteren Ende nur durch Längswerke in Niedrigwasserhöhe verbaut. Die Buhnen sind tunlichst aus gewöhnlichem Packwerk, nötigenfalls mit Sinkstückunterlagen, nur soweit der Bauwasserstand es erforderte ganz aus Sinkstücken hergestellt. Sie erhielten eine 2 m breite Krone, einfache seitliche und vierfache vordere Böschung und sind am Kopf mit Steinschüttung, über Bauwasserstand mit Pflasterung gedeckt. Ein Beispiel derartiger Regulierungen, wobei scharfe Krümmungen abgeschnitten werden mußten, ist in Abb. 5 Bl. 62 dargestellt.

Im ganzen sind 105 Durchstiche von 17290 m Länge, 63393 m Uferdeckungen, 242 Mittelwasserbuhnen von 3978 m Länge und 246 Niedrigwasserbuhnen von 5491 m Länge hergestellt worden. Außerdem wurden unterhalb Stauanlage III 21 Stück Grundschwellen aus eingerammten Rundpfählen mit Steinvorschüttung ausgeführt.

Der Lauf der Lebhaften Netze ist hierdurch von 94,275 km auf 72,663 km, also um 21,612 km oder 22,9 vH. verkürzt worden, wobei das durchschnittliche Wasserspiegelgefälle zwischen Usch und der Eisenbahnbrücke bei Dratzig von 1:4710 oder 0,000212 auf 1:3660 oder 0,000273 verstärkt worden ist.

4. Die Untere Netze von der Dragemündung bis zur Warthe.

Auf der unteren, im Regierungsbezirk Frankfurt liegenden Strecke erfolgte die Regulierung im Anschluß an die bereits seit Mitte der siebziger Jahre betriebenen Arbeiten. Sie bestand in der Begradigung einiger noch zu scharfer Krümmungen mittels Durchstichen, Einschränkung zu großer Breiten durch Buhnen und Befestigung abbrüchiger Ufer durch Deckwerke. Dabei wurde die frühere Normalbreite von 49 m (13 Ruten) beibehalten. Wo die selbsttätige Ausbildung der Querschnitte nach der Einschränkung nicht regelmäßig eingetreten war, wurden die zu großen Tiefen mit Grundschwellen durchbaut. Zwei Steinriffe in der Nähe der Einmündung der alten Netze unterhalb Vordamms und oberhalb Zantochs sind bis unter Normalsohle abgetragen worden.

Seit 1891 sind bei den im Jahre 1896 im wesentlichen beendeten Regulierungen 9 Durchstiche, 255 Buhnen, 82 Grundschwellen und 16533 m Uferdeckwerke hergestellt. Das mittlere Flußgefälle beträgt nunmehr im oberen 20 km langen Teil 1:4960 oder 0,000202, im unteren Teil 1:5900 oder 0,000169, durchschnittlich 1:5470 oder 0,000183.

5. Ausführung der Regulierungsarbeiten.

Die Ausführung der Bauten wurde im allgemeinen dadurch begünstigt, daß hohe Wasserstände ausblieben und niederschlagsarme Jahre folgten. Die zahlreichen Durchstiche konnten größtenteils unter Wasserhaltung im Trocknen hergestellt werden. Im Regierungsbezirk Bromberg wurden die Durchstiche nur im Torfboden, also vornehmlich an der Kanalisierten und Trägen Netze, im vollen Querschnitte ausgehoben, während im Sandboden und gemischten Boden, also vornehmlich an der Lebhaften Netze, an einer Seite ein etwa 10,5 m breiter Kern stehen blieb, dessen Abtrieb der Strömung überlassen wurde. Wo dieser jedoch wegen zu starker Beimengung von Torfboden nicht völlig abtrieb, mußte mit Baggerungen nachgeholfen werden, um einerseits der Ausbildung zu großer Tiefen vorzubeugen, anderseits die Schiffahrt aufrecht zu erhalten. Hervorzuheben ist, daß die beim Fortgang der Arbeiten gewählte flachere vierfache Böschung sich für die vorliegenden Verhältnisse vorzüglich bewährt hat, da auf ihr selbst kleinere und runde Steine festliegen.

Der Verschiedenheit zwischen dem oberen und unteren Lauf der Netze entsprach auch die Art der Bauausführung. Oberhalb Usch am gestauten oder schwach abfallenden Fluß mit überwiegendem Torf- und Moorboden wurden die Erd- und Böschungsarbeiten hauptsächlich an Unternehmer vergeben, während an der Lebhaften Netze, wo Sandboden vorherrscht, der Selbstbetrieb stattfand.

Im Zusammenhang mit den Regulierungsarbeiten ist eine Anzahl bestehender Straßenbrücken mit hölzernem Überbau und zu engen Durchfahrtsöffnungen, welche durchgängig mit nur einer Klappe überdeckt waren, teilweise unter gleichzeitiger Verlegung des Flußlaufes umgebaut worden, wobei die Durchfahrten auf 9 bis 10 m erweitert und nunmehr mit zwei Klappen überdeckt wurden. Soweit sich die Brücken im Privatbesitz befanden, ist für den Umbau vom Staate ein Geldbeitrag geleistet. Im Interesse der Vorflut ist auch der Mittelpfeiler der Eisenbahnbrücke bei Dziembowo im Zuge der Eisenbahn von Schneidemühl nach Posen beseitigt worden.

B. Die Stauanlagen.

Im ganzen sind im Interesse der Landwirtschaft in der Lebhaften Netze vier Stauanlagen eingebaut und zwar:

Stau I Newen unterhalb Usch Kil. 73,53;
„ II Lindenwerder oberhalb Czarnikau Kil. 90,16;
„ III Neuhöfen halbwegs zwischen Czarnikau und Filehne Kil. 110,84;
„ IV Dratzig bei Kreuz Kil. 133,75.

Da ihre Wirksamkeit sich nach jeweiligem Bedarf auch in die Zeit hinein erstrecken soll, in der die Schiffahrt und Flößerei betrieben wird, mußten neben den Wehren Schiffahrtsschleusen angeordnet werden. Diese liegen in der Achse eines zum gerade gelegten Flußlauf parallel geführten Seitenkanals, dessen Länge so bemessen ist, daß mehrere Fahrzeuge hintereinander Platz finden. Das zugehörige Dienstgehöft befindet sich an der Seite der Schleuse und in solcher Entfernung von ihr, daß dazwischen noch eine zweite Schleuse eingebaut werden kann. Wo eine hochwasserfreie Lage für das Dienstgehöft durch die Örtlichkeit nicht gegeben war, mußte sie durch eine künstliche Anschüttung geschaffen werden.

Die allgemeine Anordnung der Stauanlagen ist aus Abb. 4 Bl. 62 ersichtlich.

1. Die Wehre.

Die Wehre sollen sowohl die Anstauung des Flusses auch bei reichlicher Wasserführung und während des Winters bei Frost ermöglichen, als auch einen ungehinderten Wasser-

abfluß zulassen, endlich den Flößen und Schiffen, den letzteren auch mit Masten den Durchgang gewähren. Diesen Bedingungen ist durch ein Schützenwehr mit beweglichen Griesständern entsprochen. Jedes Wehr besteht aus drei Öffnungen, von denen zwei von je 7,96 m Lichtweite durch einen festen Brückenüberbau überdeckt, während die dritte, von 10 m Weite als Schiffsdurchlaß dient und als Rollbrücke ausgebildet ist, die behufs Freilegung der Öffnung auf das anliegende Ufer ausgefahren werden kann. Die Unterkante der Brückenträger liegt 1,75 m über dem höchsten schiffbaren Wasserstand des ungestauten Flusses, welches Maß für die Flößerei genügt. Die Schiffe fahren durch die freigelegte größere Öffnung. Als höchster schiffbarer Wasserstand der Lehhaften Netze gilt derjenige, bei welcher die Ausuferung beginnt; er liegt durchschnittlich 2,75 m über der erstrebten (normalen) Flußsohle. Die hieraus sich ergebende Höhe der Brückenunterkante über dieser Flußsohle von 4,50 m ist bei Stau III noch um 0,20 m größer, weil hier die Stauhöhe der späteren Kanalisierung maßgebend war, über der eine Lichthöhe von rd. 0,40 m verbleibt.

Die Anordnung und Bauart der Wehre ist aus den Abb. 1 bis 4 Bl. 63 ersichtlich. Die Gründung ist bei dem anstehenden Sandboden überall auf Beton zwischen Spundwänden erfolgt. Die Landpfeiler und der Vor- und Abfallboden bestehen aus Ziegelmauerwerk, während die verhältnismäßig schwachen Strompfeiler ganz aus Granitwerksteinen aufgebaut sind. Auch sind die Schwellen unter dem Wehrverschluß und die Auflagersteine der Losständer aus Granit hergestellt. Der Abfallboden bildet gegen den Wehrrücken einen 0,66 m tiefen Absatz, um die niedergelegten Losständer aufzunehmen.

Den eisernen Überbau der festen Brückenöffnungen zeigt der in Abb. 12 Bl. 63 wiedergegebene Querschnitt. Die Querträger, die gleich den Hauptträgern als Blechträger ausgebildet sind, haben einen Abstand von 2,04 m; das 1,80 m weite Krangleis wird durch I-Walzträger N.-P. Nr. 20 unterstützt. Die vor den Querträgern an der Oberstromseite liegenden Konsolen aus Gußstahl haben beiderseits Rinnen für das Einsetzen der Schütztafeln und Schlitze für die Rollen, über welche die Ketten zum Heben und Senken der Griesständer laufen. Der Querschnitt der Rollbrücke ist im wesentlichen in derselben Weise ausgebildet. Die Anordnung der Rollbrücke ergibt sich aus den Abb. 13 bis 15 Bl. 63. Während der Querschnitt über der Öffnung in derselben Weise ausgebildet ist wie bei den festen Brücken, haben die Hauptträger an den Auflagern des Landpfeilers entsprechend der Senkung der letzteren und der Größe der beim Ausfahren der Brücke auftretenden Biegungsmomente 800 mm hohe Stehbleche erhalten. Die Last der schwebenden Brücke ruht mit Ausnahme des auf der Laufachse verbleibenden Übergewichts auf der Treibachse, welche den Druck auf zwei Stahlgußräder von 1500 mm Durchmesser überträgt. Die Vorrichtung zum Heben und Senken der Rollbrücke besteht aus Schraubenspindeln über den Lagern der hinteren Laufachse (Abb. 12 bis 14 Bl. 64). Die Gehäuse der Spindeln sind an dem hinteren Ende der Hauptträger angebracht. Der Antrieb geschieht durch Ratschenhebel mit Sperrklinken. Das Lager der Rollbrücke auf den Strompfeilern hat einen Quersattel, um die Unverschieblichkeit der Brücke im geschlossenen Zustande zu sichern. Sämtliche Lager der festen und beweglichen Brückenöffnungen sind kräftig mit dem Mauerwerk verankert.

Die Winde zum Ein- und Ausfahren der Rollbrücke ist auf Stahlböcken über dem vorderen großen Triebrade aufgebaut. Der Antrieb erfolgt entweder unmittelbar von der Kurbelwelle oder durch Verschieben der letzteren mittels eines Vorgeleges (Abb. 9 bis 11 Bl. 64). Der Arbeitsplatz hierzu befindet sich zwischen den beiden Triebrädern. Die Gleise für das Ausfahren der Rollbrücke ruhen auf einem Betonkörper, welcher durch eingelegte eiserne Stangen verstärkt ist.

Sämtliche Wehröffnungen sind durch Griesständer in Abteilungen von rund 2 m zerlegt, welche durch Rollschützen geschlossen werden. Die Griesständer sind, wie Abb. 11 Bl. 63 zeigt, scharnierartig in auf dem Abfallboden angebrachten Lagern drehbar und werden im Bedürfnisfalle nach dem Unterwasser umgelegt. Der Querschnitt ist nach Abb. 19 Bl. 63, in einfacher Weise aus zwei zusammengenieteten I-Eisen Burbacher Hütte Nr. 23d gebildet. Das untere Ende des Griesständers dreht sich um einen starken Stahlbolzen, welcher von einem aus zwei Teilen bestehenden Schuh aus Gußstahl umfaßt wird. Der Bolzen stützt sich gegen ein kräftiges Lager, welches den Wasserdruck auf den Werkstein und das Mauerwerk überträgt (Abb. 8 bis 10 Bl. 63). An den Pfeilern wird der Wasserdruck von den Schütztafeln auf die in das Mauerwerk eingeschraubten Rollbahnen übertragen. Damit der Ständer durch den Kettenzug genau eingestellt werden kann, legt sich das an der Unterwasserseite befindliche Winkeleisen gegen die Wände des am Untergurt des Brückenträgers befestigten Schuhes. Zum Zwecke der Verrieglung der aufgerichteten Ständer ist das I-Eisen an der Unterwasserseite oben ausgeschnitten und mit einer Lagerplatte versehen, welche sich gegen einen wagerecht verschiebbaren Riegel legt (vgl. die Abb. 5 bis 7 Bl. 63). Bei der zuerst ausgeführten Stauanlage II haben die Griesständer, die Verrieglung und der Schuh etwas abweichende Formen erhalten. Der Griesständer hat hier am oberen Ende eine Hülse, in welche ein lotrechter Schubriegel eingreift.

Die Schütztafeln bestehen aus Eisen und zwar das Gerippe aus Schweißeisen, die Wellen, Lager und Rollen der größeren Dauerhaftigkeit wegen aus Stahl. Bei den Stauanlagen I, III und IV haben die Schützen Lager mit angegossenen Zapfen und lose Rollen erhalten, während bei Stau II die Radachsen durchgehen. Das Nähere zeigen die Abb. 16 bis 19 Bl. 63. Zu bemerken ist, daß vorläufig nur die beiden untersten Schützenreihen beschafft sind, während die oberste Reihe erst bei einer Kanalisierung des Flusses notwendig wird. Eine inzwischen erforderliche höhere Anstauung läßt sich durch Aufsetzen hölzerner Schützen erreichen.

Das Einsetzen und Ausheben der Schütztafeln erfolgt durch einen auf Schienen laufenden zweiarmigen Auslegerkran (Abb. 19 und 20 Bl. 64), an dessen beiden Laufketten die Schützen genau senkrecht hängen. Er ist mit zwei getrennten Winden versehen, welche durch eine Kupplung miteinander verbunden werden können. Die Schützen werden mittels eines Wagens, der zur Aufnahme von drei derselben eingerichtet ist, von der neben dem Wehr befind-

lichen Rampe auf dem Gleise an den Kran herangefahren und von diesem nach einer Drehung um 90 Grad in die Gleitbahnen der Griesständer herabgelassen. In umgekehrter Folge findet das Ausheben und Beseitigen der Schützen statt.

Das Aufrichten und Niederlegen der Griesständer geschieht durch eine besondere Winde (Abb. 15 und 16 Bl. 64), welche durch den Auslegerkran zur Stelle gebracht wird. Die Winde besitzt zum leichten Abwickeln der Kette ein verschiebbares Vorgelege. Sie ist mit der Elastik-Brems-Kupplung versehen, bei welcher ein selbständiges Fallen der Last und Herumschlagen der Kurbel ausgeschlossen ist.

Zum Transport der Wehrschützen von und zum Drehkran dienen besondere Wagen, von denen Abb. 20 Bl. 63 eine Ansicht gibt. Die Schlitze, in welche die Tafeln gestellt werden, sind nach oben erweitert, damit letztere beim Aufsetzen auf die Wagen leicht eingeführt werden. Es sind so viele Wagen vorhanden, daß sämtliche Schützen darauf Platz finden. Sie stehen auf den beiden Rampengleisen, welche mit dem Brückengleis durch eine Weiche verbunden sind.

Oberhalb und unterhalb des Wehres ist die Flußsohle durch Pflaster auf Steinschlagbettung gesichert. Die Länge des Sturzbettes beträgt 20 m. Im Anschluß an dieses ist die Sohle weiterhin nach Bedarf durch Sinkstücke befestigt. Das an die Landpfeiler anschließende, gegen eine Spundwand sich stützende Böschungspflaster ist wie das Sturzbett aus gesprengten Granitsteinen hergestellt, 0,30 m stark auf einer ebenso starken Schotterunterlage. Zur Sicherung der Wehrbrücken gegen Eis, quertreibende Fahrzeuge usw., sowie als Leitwerke sind vor den Wehrpfeilern noch hölzerne Schutzböcke aufgestellt worden.

2. Die Schleusen.

Für die Abmessungen der Schleusen war, wie beim Oder-Spree-Kanal, die Rücksicht maßgebend, daß sie einem großen Schiff von 400 Tonnen Tragfähigkeit oder gleichzeitig zwei Fahrzeugen des Finowkanalmaßes Raum gewähren sollten. Die zuerst erbaute Schleuse der Stauanlage II hat demgemäß nach dem Vorbilde der Schleuse bei Große-Tränke am Oder-Spree-Kanal eine nutzbare Länge von 59,23 m, in den Häuptern eine lichte Weite von 8,60 m und in der Kammer von 10 m erhalten, welches Maß sich am Fuß der geböschten Kammerwände auf 9,60 m vermindert. Bei den übrigen Schleusen sind unter Beibehaltung desselben Kammerquerschnittes die Torweiten auf 9,60 m vergrößert, so daß die Finowkähne ohne Seitenbewegung glatt ausfahren können. Auch ist hier die nutzbare Länge zwischen den Torkammern auf 57,40 m eingeschränkt. Die Drempel sind, um den Betrieb auch bei geringen Stauhöhen aufrecht zu erhalten, in die gleiche Höhe gelegt und zwar 0,80 m unter der erstrebten Flußsohle oder 2,8 m unter Mittelwasser.

Die Bauart der Schleusen ist aus den Abb. 1 bis 5 Bl. 64 ersichtlich. Der Aufbau besteht aus Ziegelmauerwerk unter Verwendung von Granitwerksteinen für die Drempel, Wendenischen und äußeren Ecken der Häupter. Die Gründung ist überall auf einem durchgehenden Betonbett zwischen Spundwänden erfolgt. Zur Unterstützung der vor und hinter den Torkammern vorgesehenen Dammbalkenverschlüsse sind in den Schleusenboden gußeiserne Kästen eingesetzt, in welche gegen die Schleusenwände abzusteifende Pfosten gesetzt werden können. Zur Füllung und Leerung der Schleusenkammer dienen kurze, um die Wendenische herumgeführte Umläufe, welche durch Rollschützen, ähnlich denjenigen an den Wehren, verschlossen werden (Abb. 6 bis 8 Bl. 64). Um einen möglichst dichten Schluß zu erzielen, sind die Anschlagsflächen mit Holz bekleidet. Zum Bewegen des Rollschützes dient eine Winde mit doppeltem Vorgelege und der Sicherheitsbremse von Beck u. Henkel in Kassel (Abb. 17 und 18 Bl. 64). Die Schleusentore sind aus Holz hergestellt und mit wagerechten Klappschützen versehen.

Die Sohle des Schleusenkanals ist in ähnlicher Weise befestigt wie bei den Wehren. Der Übergang zwischen den Außenhäuptern und dem Schleusenkanal wird durch eine verankerte Spundwand mit aufgesetztem Böschungspflaster vermittelt.

3. Ausführung der Stauanlagen.

Die wichtigeren Bauten, Wehr und Schleusen, konnten in abgeschlossenen Baugruben ausgeführt werden, da sie in neue Kanäle verlegt wurden. Der alte Flußlauf wurde nach Freilegung dieser Kanäle bei Stau II und IV durch ein Überfallwehr geschlossen, bei Stau I und III durch einen Sperrdamm verbaut. Oberhalb Stau I sind behufs höherer Anstauung an beiden Flußufern Längsdämme angeschlossen worden, welche jedoch die einer späteren Kanalisierung entsprechende Höhe noch nicht ganz erreichen. An das Überfallwehr bei Stau II anschließend sind niedrige Längsdämme am rechten Ufer des Flusses auf 1,6 km Länge abwärts fortgeführt, durch welche ein Rückströmen der durch die Anstauung verursachten Wiesenüberflutung auf dieser Strecke verhindert wird. In die hierbei entstandenen Durchbauungen zweier Altarme, die Seitengewässer aufnehmen, ist je eine hölzerne Freiarche eingelegt, durch welche der Binnenwasserstand geregelt werden kann. Durch größere Hochwasser ist die Bauausführung nicht behindert worden.

Die Stauanlage II wurde in den Jahren 1894 bis 1896 ausgeführt, die übrigen Staue in der Zeit von 1896 bis 1899. Die Hochbauten der Dienstgehöfte und die Maurerarbeiten der Wehre und Schleusen waren an Unternehmer vergeben. Alle übrigen Arbeiten einschließlich der Betongründung der Wehre und Schleusen erfolgten im Selbstbetriebe. Die Spundwände der Baugruben wurden bei den Wehren durch Aussteifung, bei den Schleusen durch Erdanker gehalten.

C. Gesamtleistung und Kosten.

Nach den oben für die einzelnen Flußabschnitte bereits gemachten Angaben sind an Regulierungarbeiten im ganzen hergestellt worden:

a) im Regierungsbezirk Bromberg:

196 Durchstiche von 30384 m Länge, 4763 m Uferbohlwerke, 99435 m Uferdeckwerke mit Steinschüttung, 242 Mittelwasserbuhnen von 3978 m Länge, 246 Niedrigwasserbuhnen von 5491 m Länge, 21 Grundschwellen, 93 Leinpfadstege von 2 m Breite und 114 Rohrdurchlässe.

Dabei ist der alte Netzelauf von 169,84 km Länge auf 140,11 km Länge, also um 29,73 km oder 17,5 vH. verkürzt worden.

b) Im Regierungsbezirk Frankfurt a. O:

9 größere Durchstiche, 255 Buhnen, 82 Grundschwellen und 16533 m Uferdeckwerke.

Der früher 54,3 km lange Flußlauf beträgt jetzt 49 km. Die Gesamtkosten betrugen, in runden Zahlen:

a) im Regierungsbezirk Bromberg

für die Flußregulierungen	3707500 ℳ.
„ „ 4 Stauanlagen (darunter die 4 Dienstgehöfte zus. 89100 ℳ)	1548400 „
	5255900 ℳ
Übertrag	5255900 ℳ.
für die Anschlüsse an die Stauanlagen	60100 „
„ „ Neubeschaffung von Geräten, Maschinen und Fahrzeugen	412200 „
„ Landmesserarbeiten	359600 „
„ Bauleitung	769400 „
zusammen	6857200 ℳ.
b) im Regierungsbezirk Frankfurt	1130000 „
im ganzen rund	7987200 ℳ.

Demnitz, Geheimer Baurat. Rathke, Wasserbauinspektor.

Die neue Eisenbahnbrücke über die Hotzenplotz bei Deutsch-Rasselwitz in Oberschlesien.

(Mit Abbildungen auf Blatt 65 im Atlas.)

Unter all den Schäden, welche das verheerende Hochwasser vom Juli 1903 in Schlesien angerichtet hat, war die Zerstörung des Eisenbahnviaduktes über die Hotzenplotz eines der bemerkenswertesten Ereignisse. Dieser bestand aus vier gewölbten Öffnungen, deren jede eine Weite von 12 m hatte, und besaß eine Höhe von rd. 18 m über der Talsohle. Der Zusammensturz erfolgte, nachdem kurz vorher ein Güterzug und nach diesem eine einzelne Lokomotive über die Brücke gefahren war, in der Weise, daß zuerst der mittlere und ein seitlicher Zwischenpfeiler und kurz darauf auch der dritte Zwischenpfeiler einstürzte. Sobald der Schub der Gewölbe zu wirken aufhörte, wurden auch die mächtigen Landwiderlager durch die Gewalt des Erddruckes nach der Mitte der Öffnung hin umgedrückt; nur die Ausläufer der Flügelmauern blieben stehen. Die zerstörende Wirkung beim Zusammenbruche war so groß, daß von dem Mauerwerk der mittleren Pfeiler und der Gewölbe kein ganzes Stück übrig blieb, sondern dasselbe förmlich zermahlen wurde, so daß das Talgelände unterhalb weithin mit Trümmern bedeckt war und dem wilden Laufe eines Flusses in unbesiedeltem Lande glich. Natürlich waren den zusammenbrechenden Endwiderlagern Teile der anschließenden Eisenbahndämme nachgestürzt, so daß schließlich die Öffnung zwischen den mächtigen Dämmen unten 60 bis 70 m, oben etwa 110 m betrug. Übrigens wurden außerdem zu beiden Seiten des Flußlaufes gewölbte Bauwerke, welche durch den Eisenbahndamm führten und bis 200 m entfernt lagen, durch das hindurchströmende Wasser zum Einsturz gebracht. Die große Lücke im Bahnkörper überspannte — als einziges übrig gebliebenes Kennzeichen des einstigen Bauwerkes und seiner Bedeutung — das hängengebliebene Eisenbahngleis. Aus einiger Entfernung zeigte es sich als ein feiner Strich, eine Kettenlinie von gewiß seltener Art! (Vgl. Text-Abb. 1 bis 3.) Die in den Zeitungen veröffentlichte ähnliche Abbildung, die vielen Lesern wohlbekannt geworden ist, rührt von einem anderen, oberhalb bei Langenbrück gelegenen und in gleicher Weise zerstörten Viadukte her, dessen Abmessungen aber wesentlich geringer als die des vorliegenden waren.

Die Ursache für den Einsturz der Brücke ist in erster Linie nicht in der zu geringen Weite des Bauwerks zu suchen, sondern hauptsächlich wohl in dem Umstande, daß sich nach dem Zusammensturz des vorerwähnten Langenbrücker Viaduktes die bis dahin gestauten Wassermassen als eine gewaltige Flutwelle talwärts ergossen, der nun allerdings die Durchflußweite des Bauwerks nicht genügte und der besonders die nur flach gegründeten Zwischenpfeiler nicht zu widerstehen vermochten. Dennoch entschloß man sich sogleich, die lichte Durchflußweite des neuen Bauwerks wesentlich größer zu halten. Eine einzige Öffnung von 60 m schien dem Bedürfnisse zu genügen, jedoch ward dies Maß bei der landespolizeilichen Prüfung auf 80 m erhöht. Bei der Dringlichkeit der Wiederherstellung hätte man gern einen anderswo ausgeführten eisernen Überbau, der den Anforderungen der Brückenklasse Ia und den Verhältnissen einigermaßen entsprochen hätte, auch hier zur Ausführung gebracht. Da jedoch Umfragen in dieser Beziehung keinen Erfolg hatten, so konnte die Ausgestaltung des Überbaues so erfolgen, wie es unter den vorliegenden Verhältnissen am wirtschaftlichsten erschien. Hierzu gehörte in erster Linie



Abb. 1.

die Anordnung der Fahrbahn über den Hauptträgern. Sodann trat die Frage auf, wie die Widerlager auszugestalten und wie die Fahrbahn auf den Dammkörper überzuführen sei. Wollte man die Auflagerpfeiler als Endwiderlager mit Flügeln

ausbilden, so würde dies bei der Höhe und Breite der Dämme ganz bedeutende Kosten verursacht haben. Anderseits, wenn man den Damm vor Kopf abböschte und den Raum zwischen dem Pfeiler und der Dammkrone durch einen besonderen Träger überbrückte, so erforderte dieser an seinem anderen Ende einen zweiten Pfeiler, den man, um sicher zu gehen, durch den bestehenden Damm hinab bis zum gewachsenen Boden führen mußte, eine Arbeit, die offenbar gleichfalls recht teuer geworden wäre. Diese Überlegungen führten zu der auf Bl. 65 dargestellten, noch wenig angewandten Bauweise. Die Hauptträger sind als Kragträger ausgebildet, welche durch kleine Schleppträger mit dem Lande verbunden sind. Da diese nur einen geringen Auflagerdruck ausüben, so erschien es ohne Zweifel zulässig, sie in irgend einer Weise auf dem doch schon seit Jahrzehnten lagernden Damm mit flacher Gründung aufzulagern. In statischer Beziehung ungünstig war es, daß die Brücke als eingleisige ausgeführt werden mußten. Indes da die Bahnlinie Deutsch-Rasselwitz–Leobschütz nur ein Gleis besitzt und auch bis auf weiteres behalten wird, so war hierdurch ein eingleisiger Überbau vorgezeichnet. Der Abstand der Hauptträger voneinander beträgt daher nur 4 m, bei der Stützweite von 85 m gewiß ein geringes Maß. Trotzdem ist die Standsicherheit der mit einem unbeladenen Zuge besetzten Brücke gegen den Angriff des Windes immer noch = 2, wozu der nach unten ausgebauchte Untergurt in vorteilhafter Weise mitwirkt.



Abb. 2.



Abb. 3.

Der Berechnung der Hauptbrücke (mit Ausschluß der Schleppträger) ist ein gleichmäßig verteiltes Eisengewicht von 3,44 t/m Brücke zugrunde gelegt, wozu noch das Gewicht der Fahrbahn (d. i. Schienen, hölzerne Schwellen, Entgleisungsschutzvorrichtung, Bohlenbelag und Geländer) mit 0,8 t/m tritt. Das entsprechende Gewicht der ausgeführten Hauptbrücke beträgt dagegen (ohne die Auflager) 368 t, also auf eine Länge von $85 + 2 \cdot 17 = 119$ verteilt gedacht $\sim 3{,}1$ t/m. Das wirkliche Gewicht ist daher geringer als das angenommene; anderseits aber ist die Verteilung des Eigengewichts ungünstiger als die in der Rechnung zugrunde gelegte gleichmäßige. Das Gewicht der Fahrbahn ist schon genannt, das der Schleppträger beträgt im ganzen 6,5 t und das Gewicht aller Auflager 12,4 t.

Die Gestaltung der Hauptträger geht aus der Abb. 1 Bl. 65 hervor. Der Untergurt verläuft zwischen den Auflagern nach einer Parabel, außerhalb derselben in der Richtung der Tangenten dieser Parabel. Die Berechnung des mittleren Teils konnte im allgemeinen in der üblichen Weise nach den in den Vorschriften enthaltenen Tabellen erfolgen, für die Kragteile und die beiden ersten Diagonalen des mittleren Teiles sind dagegen die ungünstigsten Laststellungen durch Zeichnung der Einflußlinien ermittelt. Der wagerechte Windträger liegt in der Ebene des Obergurtes; es fällt daher der Schwerpunkt der wagerechten Windkräfte (bei belasteter Brücke) nahezu in die Ebene des Windträgers. Infolgedessen werden die senkrechten auf die Hauptträger wirkenden zusätzlichen Kräfte nur unerheblich, wohingegen die im Ober-

gurte als Teil des Windträgers entstehende Kraft bei der geringen Breite der Brücke sehr bedeutend wird, sie beträgt in der Mitte ∾ 204 t. Die größte Stabkraft des Obergurtes ist 680 t, die des Untergurtes 460 t. Die Stöße der Gurtungen liegen in den Knotenpunkten. Der Auflagerdruck eines der vier Hauptauflager beträgt im ungünstigsten Falle ∾ 380 t.

Im Untergurte liegt kein Windverband; die Knotenpunkte sind hier durch Querversteifungen gegen den im Obergurte liegenden Windverband abgestützt. Dieser wird in jedem Felde durch zwei sich kreuzende Diagonalen gebildet (Abb. 5 Bl. 65). Für die Berechnung ist der Windverband in zwei einfache Systeme aufgelöst gedacht, so daß also die Querträger nicht als Stäbe dieser Systeme aufzufassen sind und rechnungsmäßig keine Zusatzspannungen erhalten. Um die Knicklängen der Diagonalen gering zu halten, sind sie mit den Längsträgern vernietet. Die Längsträger sind an diesen Befestigungsstellen gegeneinander abgesteift; auf solche Weise entstehen kleine wagerechte Fachwerke, welche die Bremskräfte aus den Längsträgern in die Hauptträger überführen. Die Querträger bestehen aus genieteten Trägern, als Längsträger konnten noch gewalzte Eisen verwandt werden. Sie sind auf die Querträger eben aufgelegt und bilden durchlaufende Träger, deren Stöße in der Nähe der Querträger angeordnet sind.

Für die Auflagerung der Schleppträger auf dem Lande lag ein Vorbild in der Brücke über die Fribbe der Strecke Kulm-Unislaw vor*). Dort sind die Auflager der Schleppträger auf einen eisernen Kastenträger gelagert, welcher auf einer 2 m hohen Kiesschüttung ruht und durch Unterstopfen angehoben werden kann. Die Träger stützen sich auf die Auflager mittels Spindeln, durch deren Drehung gleichfalls eine Berichtigung der Höhenlage möglich ist. Letztere Anordnung ist auch in vorliegendem Falle getroffen (Abb. 4 Bl. 65), dagegen ist von der Anordnung eines eisernen Kastenträgers, dessen Anhebung natürlich einigermaßen beschwerlich ist, abgesehen und statt dessen ein einfaches gemauertes Widerlager hergestellt. Auf dem schon jahrzehntelang lagernden Damme schien dies unbedenklich; außerdem ist, um den Druck auf den Boden gering zu halten, die Sohle des Mauerwerkes sehr breit angelegt und dieses, damit auch etwaige Bewegungen des Bodens nicht schaden können, mit Eiseneinlagen versehen worden. Voraussichtlich wird eine Bewegung des Widerlagers kaum eintreten, und somit werden die Spindeln gar nicht zur Anwendung kommen. — Auf der Hauptbrücke haben die Schleppträger eine völlig regelmäßige Auflagerung erhalten; sie ruhen auf einem eigens neben dem letzten Querträger angeordneten Endquerträger; sie durch Gelenke irgend welcher Art zu stützen, wurde für unzweckmäßig erachtet.

*) Ein zweites Beispiel bietet die Eisenbahnbrücke über die Warnow bei Rostock.

In den Grundzügen wurde der Entwurf im Dezernate für Brückenbau der Königl. Eisenbahndirektion Kattowitz (Dezernent Herr Regierungs- und Baurat Labes) aufgestellt. Alsdann erfolgte die Ausschreibung derart, daß lediglich ein Einheitspreis für die Tonne Flußeisen und Stahl der im übrigen möglichst genau beschriebenen Arbeit abzugeben war. In diesem Einheitspreise war auch die Vergütung für die ausführliche Berechnung und Darstellung des Bauwerks enthalten, welche das Werk nach erhaltenem Zuschlage im Benehmen mit der Eisenbahndirektion anzufertigen und darauf dieser zur Prüfung vorzulegen hatte. Die Königs- und Laurahütte, welche den Zuschlag erhielt, hat durch Herrn Ingenieur Pallaski die Anfertigung des Entwurfes in der Zeit von fünf Wochen und die Ausführung und Aufstellung der Brücke in vier Monaten, beides wie vorgeschrieben, bewirkt, so daß das Bauwerk planmäßig am 1. Mai d. Js. dem Verkehr übergeben werden konnte. Die Kosten des Eisenwerks belaufen sich auf rd. 120000 ℳ.

Kattowitz. Briegleb.

Der Kies als Gleisbettung.

(Mit Abbildungen auf Blatt 66 im Atlas.)

Die Vorteile des harten Steinschotters als Gleisbettung können in vielen Gegenden wegen der hohen Beschaffungskosten nur den am stärksten belasteten Gleisstrecken nutzbar gemacht werden, während die weniger belasteten Bahnen, wenigstens in absehbarer Zeit, auf das heimische Material, meistens Fluß- oder Bergkies, angewiesen bleiben. Doch stellen auch bei diesen Bahnen die fortschreitenden Fahrgeschwindigkeiten vermehrte Anforderungen an den Zustand und die Lage des Gleises, namentlich aber macht sich, lediglich aus wirtschaftlichen Gründen, auch bei ihnen das Bedürfnis nach einer größeren Dauerhaftigkeit der Gleislage in der Kiesbettung geltend. Das Schotterbett gewinnt seine größere Tragfähigkeit vornehmlich durch die scharfkantige Form des Kornes. Diese verleiht dem Bettungskörper einen hohen inneren Reibungswiderstand, welcher auch durch Erschütterungen nicht sehr beeinträchtigt wird. Die abgerundeten Kieskörner dagegen weichen leichter dem Drucke aus, verlieren aber weiter durch Erschütterungen ganz erheblich an Reibungswiderstand. Diesen verschiedenen Eigenschaften des Schotter- und Kiesbettes muß offenbar der Gleisbau Rechnung tragen, einmal in der Form des Bettungskörpers, sodann in der Abstützung des Gleises selbst, also in der Form und der Dichtigkeit der Schwellen. Während nun über die Eigenschaften des Schotterbettes, namentlich durch Schuberts Untersuchungen, bereits reichlicheres Material vorliegt, soll versucht werden, an der Hand einer Reihe von Beobachtungen die wesentlichsten Bedingungen näher zu erörtern, welche bei dem Gleisbau im Kiesbett zur Gewinnung einer möglichst regelmäßigen und dauerhaften Gleislage in Betracht kommen.

Die Beobachtungen richteten sich zunächst auf die Zustände im Betriebsgleise selbst. Es kam darauf an, die wirklichen Veränderungen der Gleislage in verschiedenartigen Streckenabschnitten zu verfolgen und die größere oder

geringere Dauerhaftigkeit der Lage mit den besonderen Eigentümlichkeiten dieser Streckenabschnitte in Beziehung zu bringen. Die bereits früher in dieser Richtung angestellten Beobachtungen*) waren ungenügend. Sie wurden daher erweitert; neue Versuchsstrecken von wechselreicheren Eigenschaften wurden ausgewählt und die Messungen selbst vervollkommnet, namentlich durch sichere Lagerung der Höhenmarken außerhalb der Gleise. Der Bettungskies der beobachteten Gleisstrecken bestand aus einem Gemisch von gröberem und feinerem Korn mit 25 bis 33 vH. Sandgehalt unter 1 mm Korngröße. Der Holzschwellenoberbau hatte eine Schwelleneinteilung von 750 bis 840 mm. Die Belastung des Gleises betrug jährlich etwa 1,2 Millionen Tonnen. Unter den täglich verkehrenden Zügen waren sieben mit Grundgeschwindigkeiten von 75 km und mehr. Die Beobachtungen wurden zwei Jahre lang fortgeführt, dabei die Höhenlagen der Gleise in Zeitabschnitten von etwa zwei Monaten, bei einflußreichen Witterungszuständen häufiger, nachgemessen. Am wichtigsten erwies sich die Beobachtung der Gleislage in der Zeit vor dem Eintritt des Frostes, in der Zeit des stärksten Frostes und des vollständigen Frostaufganges. Die Gleislagen zu diesen genannten Zeiten sind in den Abb. 1 bis 4 Bl. 66 dargestellt. Die wagerechte Grundlinie I bezeichnet die zuerst beobachtete Herbstlage, die Linien II, III, IV die veränderten Höhenlagen zur strengsten Winterzeit, im Frühjahr und wiederum im Herbst. Die Höhenänderungen sind im Maßstabe 1,166 dargestellt, die Längen stark verkürzt. Unterhalb jeder Beobachtungsgruppe befindet sich ein Längenschnitt durch die Gleisstrecke, welcher über die Art der Bettung und des Untergrundes, sowie über die Frosttiefen den nötigen Aufschluß gibt. Die im Laufe des ersten und des zweiten Jahres beobachteten Veränderungen waren einander so gleichartig, daß nur die Beobachtungen eines Jahres zur Darstellung gebracht sind.

Aus den Darstellungen ist zunächst zu ersehen, in wie innigem Zusammenhange die Höhenänderungen der Gleislage mit der Art des Untergrundes stehen. Jeder tonige oder tonhaltige Boden, dem Frost ausgesetzt, treibt nach oben und, wie andere Beobachtungen zeigten, auch nach der Seite. Je gleichartiger nun ein solcher treibender Boden ist und je gleichmäßiger er lagert, desto gleichmäßiger geht auch die Hebung vor sich, ebenso die Senkung nach dem Frostaufgang. Die Abb. 2 Bl. 66 in ihrer ersten Hälfte und Abb. 1 in ihrer zweiten Hälfte geben hiervon anschauliche Beispiele. Ein regelloses Gemenge von Sand und Ton, wie es in geschütteten Dämmen oft anzutreffen ist, führte stellenweise zu sehr ungünstigen Vorgängen, weil der Boden unter der Frostwirkung ungleichmäßig auftrieb und auch nach dem Frostaufgange seine ursprüngliche Lagerung bei weitem nicht wiedergewann (Abb. 4 Bl. 66). Reiner, auch feiner Sand erwies sich als ziemlich frostbeständig, ebensowenig wurden Frostauftreibungen im Kiesbett selbst festgestellt, trotzdem es nicht ganz frei von erdigen Bestandteilen war.

Während der frostfreien Zeit war ein so auffallender Einfluß der unteren Bodenarten auf die Gleislage nicht bemerkbar. Die Wirkung der Niederschläge, welche hierbei hauptsächlich in Frage kommt, ändert sich, je nach der Wasseraufnahmefähigkeit des Tonbodens und der Oberflächenform des Planums, in so knappen Grenzen, daß die Beobachtung aller Einzelheiten nicht mehr möglich war. Bei näherer Untersuchung wurde zum Teil auch unter schwacher Kiesdecke ein gut erhaltenes Tonplanum gefunden, anderseits aber auch die bekannte Auftreibung des Tones zwischen den Schwellen und vor den Schwellenköpfen. Zur Sommerzeit waren die Gleissenkungen im allgemeinen sehr gering, zum Teil kaum meßbar. Mehrfach wurden sogar Hebungen bis zu 2 mm, jedoch nur in der wärmsten Jahreszeit festgestellt.

Um den Verlauf der Gleisveränderungen nach den Untergrundverhältnissen und nach den Jahreszeiten noch deutlicher zur Anschauung zu bringen, sind in den Abb. 1a bis 4b Bl. 66 die durchschnittlichen Senkungen und Hebungen bestimmter Gruppen der Beobachtungsstrecken in fortlaufenden Linien für die Zeit von zwei Jahren dargestellt.

Unter all den wechselreich verlaufenden Linien sind die in Abb. 2 und 2b Bl. 66 zwischen den Punkten 13 bis 18 dargestellten Veränderungslinien von besonderer Bedeutung. Das Gleis ruht hier auf einem starken Kiesbette, unter welchem reiner scharfer Sand bis unter die Frostgrenze ansteht. Die Holzschwellen sind 750 mm von Mitte zu Mitte entfernt und mit den Schienen durch Schwellenschrauben verbunden. Die außerordentlich dauerhafte und gleichmäßige Lage dieses Gleisstückes zeigt, daß selbst Kies mit reichlichem Sandzusatze als brauchbare Gleisbettung gelten kann, wenn nur gewisse Bedingungen für die Beschaffenheit des Untergrundes und die Bauart des Gleises erfüllt sind.

Zum Vergleiche mit dem Holzschwellenoberbau wurden auch Langschwellengleise aus Haarmannschen Schwellenschienen herangezogen, weil diese wegen ihrer ungünstigeren Lagerung viel empfindlicher gegen alle Vorgänge in der Bettung und deren Untergrund sind, als die Holzschwellen. Die Ergebnisse sind in den Abb. 5 bis 7 Bl. 66 dargestellt. Verhältnismäßig sehr gut hat sich die Gleisstrecke Abb. 5 erhalten. Die Kiesbettung ist hier mit Steinschotter vermischt, welcher früher in schmalen Streifen unterhalb der Schwellen eines älteren Langschwellengleises eingebaut war. Der Untergrund ist reiner feiner Sand, an einzelnen Stellen von Tonbänken durchsetzt, deren Wirkung auf die Gleislage sofort erkennbar ist. Bedeutend unruhiger verhielt sich die Gleisstrecke Abb. 6. Trotzdem das Gleis auf einem durchgehenden 300 mm starken Schotterbett ruht, treten die nachteiligen Einflüsse des ungleichartigen, tonhaltigen Untergrundes in ähnlicher Weise zutage, wie bei der Kiesbettung. Die stärksten und ungleichmäßigsten Bewegungen zeigt das Gleisstück in der zweiten Hälfte der Abb. 7, welches in gewöhnlicher Kiesbettung über einem sehr ungleichartigen Gemenge aus Ton und Sand lagert. Durch den Frostauftrieb entstanden stellenweise so starke Verbiegungen der Schwellenschienen, daß deren Auswechslung alsbald nötig wurde (vgl. auch Abb. 7a Bl. 66).

Der schädliche Einfluß des Frostes auf die Gleislage wird hinsichtlich der Gleisunterhaltung noch dadurch vergrößert, daß die Frostschäden plötzlich auftreten und, solange der Frost anhält, nur schwer und unvollkommen zu beseitigen sind. Dabei sind aber nicht nur die auffallenden, bei der Fahrt deutlich bemerkbaren Unregelmäßigkeiten in Betracht zu ziehen, sondern auch alle die kleinen, schnell wechselnden Auftriebe, welche das fest eingefrorene Gleis durch örtliche

*) Zeitschrift für Bauwesen 1896, S. 546 u. f.

Dehnungen des Untergrundes erleidet, ohne daß sie überhaupt bei der Fahrt wahrgenommen werden. Denn schon geringe, örtlich eng begrenzte Auftriebe verursachen ganz erhebliche Spannungen in den Schienen, um so mehr, je starrer die Schiene ist und je starrer sie an den gefrorenen Boden gefesselt wird. Hohe, fest mit den Schwellen verbundene Schienen mit dichter Schwellenteilung sind durch den Frost mehr gefährdet als schwächere, lose auf den Schwellen ruhende Schienen. Die neueren Oberbauarten mit schweren Schienen und enger Schwellenteilung sind also zwar geeignet, die Last auf eine größere Fläche der Bettung abzustützen und dadurch die Beanspruchung der Bettung zu verringern, stellen aber anderseits erhöhte Ansprüche hinsichtlich der gleichmäßigen Lagerung und der Verhütung aller gewaltsamen örtlichen Formveränderungen im Gleisbett. Soweit diese Forderung von der Beschaffenheit des Untergrundes unter der Bettung abhängt, ist die Art der Bettung selbst, ob Kies oder Schotter, ohne besonderen Einfluß. Das Gleis soll durch Frost in seiner Lage nicht beeinflußt werden, muß daher, bis hinab zur gewöhnlichen Frostgrenze, auf frostständiger Unterlage ruhen. Im nördlichen Deutschland ist hierbei mit einer Frosttiefe von etwa 70 cm im lockeren Sand und Kiesboden zu rechnen, entsprechend einer Tiefe von etwa 55 cm unterhalb der Holzschwellen. Als frostsichere Unterlage kann jeder reine Sandboden auch von feinem Korn gelten.

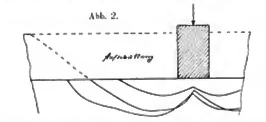
Erst wenn das Kiesbett den umgestaltenden Einflüssen des Untergrundes und der Witterung entzogen ist, kommen die dem Bettungsstoffe selbst innewohnenden Eigenschaften zur vollen Geltung. Auf diese Eigenschaften richteten sich nun die weiteren Untersuchungen. Bei rein wissenschaftlicher Behandlung des Gleisbaues wird im allgemeinen nur die elastische Eigenschaft des Gleisbettes in Rechnung gezogen und dabei vollkommene Elastizität des Bettungskörpers vorausgesetzt. Tatsächlich sind die durch einzelne Stützen belasteten Bettungsstoffe indessen unvollkommen elastisch. Jede Belastung im Eisenbahnbetriebe erzeugt neben der vorübergehenden elastischen Formveränderung eine, wenn auch äußerst geringe dauernde Veränderung. Diese steht offenbar in einem bestimmten Verhältnis zur Größe des Einheitsdruckes. Sind also die Belastungen, welche durch die einzelnen Schwellen eines Gleises auf die Bettung übertragen werden, ungleich, so erleidet die Bettung unter den stärker angreifenden Schwellen eine stärkere Verdrückung als unter den übrigen. Hierdurch tritt eine Veränderung des ursprünglichen Belastungszustandes im Bettungskörper ein, meistens so, daß der Druck unter den stärker einsinkenden Schwellen nach und nach vermindert, unter den übrigen aber vermehrt wird, bis sich ein Zustand des gleichmäßigen Bettungsdruckes herausbildet. Um diese Vorgänge im Betriebsgleis zu beobachten, wurde eine Gleisstrecke absichtlich ungleichmäßig unterstopft, so daß nur ein Teil der Schwellen fest auf dem Kiesbette lagerte, der andere Teil aber frei über ihm schwebte. Durch wiederholtes Nachmessen konnte festgestellt werden, daß die Zwischenräume zwischen der Bettung und den Schwellen nach und nach sich verringerten und binnen sechs Monaten fast ganz verschwanden. Eine Anschauung hiervon gibt die Abb. 8 Bl. 66, in welcher die zu verschiedenen Zeiten gemessenen Zwischenräume zwischen Schwelle und Bettung im Maßstabe 1,166 verzeichnet und durch Strichelung hervorgehoben sind. Ein durch Querschwellen ungleichmäßig belasteter Bettungskörper hat also das Bestreben, sich in einen gleichmäßig belasteten Körper umzuformen. Der Ausgleich geschieht freilich nicht durch eine gleichmäßige Senkung des Gleises in seiner ganzen Länge, sondern, wie die Beobachtungen zeigten, durch stärkere oder schwächere örtliche Senkungen, also unter Verschlechterung der Gleislage.

Eine gleiche Umformung erfährt der Bettungskörper unter jeder einzelnen Schwelle. Auch hier sucht er eine Form anzunehmen, welche geeignet ist, der belasteten Schwelle in allen Teilen einen gleichgroßen Einheitsdruck entgegenzustellen. Die Schwelle selbst wird also zu einem Träger mit gleichverteilter Belastung, und die Oberfläche der Bettung erhält dementsprechend die Form der elastischen Linie der Schwelle für diese Belastungsart. Diese Oberflächenform ist sowohl im belasteten als im unbelasteten Zustande vorhanden (Text-Abb. 1). Da nun die überrollenden Lasten nicht einander gleich sind, mithin auch die Einheitsbelastungen der Bettung wechseln, so entsteht eine Oberflächenform, welche der elastischen Linie für die Durchschnittsbelastung entspricht. Hierbei wird vorausgesetzt, daß die Bettung an allen Stellen von gleicher Widerstandsfähigkeit ist. Trifft dieses nicht zu, so geben die Stellen mit geringerer Widerstandsfähigkeit mehr nach als die übrigen, so lange bis alle Stellen ihrer Widerstandsfähigkeit entsprechend belastet sind. Regelmäßig zeigt sich diese Erscheinung unter den Enden der Querschwellen, wovon später die Rede sein wird.


Abb. 1.

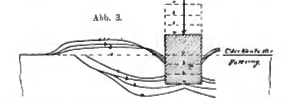
Die dauernden Formänderungen der Bettung gehen nun teilweise durch Zusammenpressen des Bettungsstoffes, daneben aber, und zwar vorzugsweise, durch seitliche Wanderungen vor sich. Die Belastung des Bettes unter und neben den Schwellen ist dauernd so verschieden voneinander, daß ein wirklicher Ausgleich des Druckes hier nicht mehr stattfinden kann, daß vielmehr der schwach belastete Teil zwischen den Schwellen durch den stark belasteten Teil unter den Schwellen stetig verdrängt wird. Die möglichen Formen dieser seitlichen Wanderung werden in Dr. H. Zimmermanns „Berechnung des Eisenbahnoberbaues" S. 108 u. f. theoretisch behandelt. Es kam nun zunächst darauf an, durch Versuche ein Bild von den wirklichen Bewegungen zu gewinnen. Zu diesem Zwecke wurde hinter einer Glasscheibe eine trockene Sandschüttung aus dünnen, verschieden gefärbten Lagen hergestellt und, nachdem das Bild auf die Glasscheibe übertragen war, mittels 30 bis 60 mm breiter Holzschwellen so stark belastet, daß deutliche Verschiebungen in der Bettung entstanden. Durch Vergleiche mit der ursprünglichen Lage konnte die Wanderung der Sandkörner an jeder beliebigen Stelle verfolgt werden. Die Vorgänge bei den oft wiederholten Versuchen spielten sich folgendermaßen ab. Nachdem das ganze belastete Sandbett in sich fest zusammengedrückt war, begannen die seitlichen Wanderungen in der Weise, daß sich auf einer ruhenden Lage ein Sandkörper ablöste, zuerst in etwas verschwommener Linie, sodann schärfer, so daß bald eine vollkommen deutliche Ablösungslinie zur Erscheinung

kam. In der Text-Abb. 2 sind mehrere dieser Linien dargestellt. Sie weichen zwar in ihrer Längenentwicklung erheblich voneinander ab, da ja die Reibungswiderstände im Inneren des Bettungsstoffes keine feststehenden Werte sind, doch ist die theoretisch entwickelte Grundform der logarithmischen Schneckenlinie in ihnen wohl erkennbar. Durch Auf-


Abb. 2.

höhung der Bettung über dem Schwellenlager wird die Form der Ablösungslinie nicht geändert, sie setzt sich vielmehr stetig durch die Aufschüttung fort bis zur Oberfläche.

Der Ablösungskörper selbst ist bestrebt, die zuerst angenommene Form möglichst zu bewahren, und sucht auch bei tieferem Eindringen der Schwelle die erste Ablösungslinie wieder zu gewinnen, weil dort infolge der eingeleiteten gleitenden Bewegung die Widerstände am geringsten sind (Text-Abb. 3).


Abb. 3.

Unterhalb der Schwelle ging die Ablösung nicht so deutlich und gleichartig von statten. Im Anfang bildete sich vielfach unter der Schwelle ein schlanker, nach unten gerichteter Keil, welcher sich bei weiterem Senken der Schwelle abflachte, so daß die Spitze nur wenig ihre Höhenlage änderte, die seitlich anschließende Ablösungslinie also ihre erste Lage bewahren konnte, wie in Text-Abb. 4 schematisch dargestellt ist. Anderseits aber entstand, namentlich in tieferen Lagen und bei größeren seitlichen Widerständen, unter der Schwelle ein festgelagerter Keil mit der Spitze nach oben, an dessen Seiten der Ablösungskörper abglitt (Text-Abb. 5). Eine derartige Ablösung ist möglich, solange Winkel α größer ist als der Böschungswinkel des Bettungsstoffes, sie eröffnet den verdrängten Kiesmassen den nächsten, steilsten Weg zur Oberfläche und wird sich vorzugsweise dann ausbilden, wenn andere leichtere Austrittswege verschlossen sind.

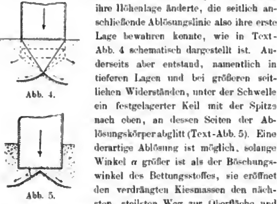
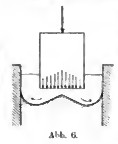

Abb. 4.

Abb. 5.

Man hat es also nicht mit einer ganz bestimmten Form der Ablösung zu tun, sondern je nach der Art der äußeren Widerstände mit der Form, welche der Bewegung die geringsten inneren Widerstände bietet. In der Gleisbettung wird die freie Ausbildung der Ablösungskörper eingeschränkt durch die dichte Lage der Querschwellen. Die Ablösungskörper selbst werden dadurch zwar kleiner, die inneren Reibungswiderstände dagegen erheblich größer. Bei fortgesetzter seitlicher Einschränkung der Bettung tritt ein Grenzfall ein, in welchem kein Ausweichen mehr möglich ist, und zwar dann, wenn die Reibungswiderstände in den Gleitflächen die Größe der Auflast erreichen und um dasselbe Maß, wie diese, zunehmen. In diesem Falle verschafft sich die vermehrte Auflast ein ebenso großes Hindernis, kann also keine Bewegung hervorbringen. Die Gleitlinie des eingeschränkten Ablösungskörpers nähert sich, wie mehrfach beobachtet wurde, dem Halbkreise und nimmt im Grenzfalle etwa die Form der Text-Abb. 6 an. Eine solche Form ist, wie eine rechnerische Betrachtung ergibt, bei den Reibungsziffern des Sandes nur dann möglich, wenn der Einheitsdruck von der Kante nach der Mitte der Schwelle wächst. Tatsächlich ist beim Eintreiben einer Schwelle in ein eng begrenztes Sandbett leicht wahrzunehmen, daß der mittlere Schwellenteil sich fest auf die Bettung aufsetzt, wie auf einen Sattel, während die Kanten viel geringeren Widerstand finden.


Abb. 6.

Wird der von einer Schwelle belastete Bettungskörper durch feste Wände eingeschränkt, so wirkt der Reibungswiderstand an diesen Wänden dem Auftriebe der Bettung sehr kräftig entgegen. Findet dagegen die Einschränkung nur durch die benachbarten, gleichzeitig belasteten Schwellen statt, wie es in der Regel im Gleise geschieht, so bilden sich von beiden Schwellen aus Ablösungskörper, die sich in der Mitte zwischen den Schwellen treffen und nun gemeinsam, ohne weitere Reibungswiderstände zu finden, und sich gegenseitig unterstützend, nach oben aufbrechen. Text-Abb. 7 zeigt einen Versuch mit zwei gleichmäßig gedrückten Schwellen innerhalb einer festen Abgrenzung. Die Abstände der Schwellen wurden so gewählt, daß die aufgetriebenen Massen innerhalb

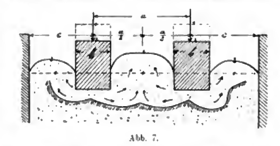


Abb. 7.

und außerhalb der Schwellen gleich groß, also auch die Widerstände nach beiden Richtungen einander gleich waren. Dieser Zustand trat ein bei einem Verhältnis von etwa $\frac{a}{2} : c = 1 : 1{,}3$. Als Grenzzustand des Auftriebes zwischen zwei benachbarten Schwellen wurde das Verhältnis $\frac{a}{b} = 1{,}5$ ermittelt. Bei noch engerer Schwellenteilung wurde selbst bei einem Einheitsdruck von 40 kg/qcm kein Auftrieb mehr beobachtet.

Nachdem so ein Überblick über die Art der Bewegungen im Kiesbett gewonnen war, kam es darauf an, die Wider-

stände kennen zu lernen, welche die Bettung diesen Bewegungen entgegensetzt. Die hierauf gerichteten Versuche erforderten so hohe Einheitsbelastungen, daß sie im Betriebsgleise selbst nicht ausführbar, sondern auf Vorrichtungen in kleinerem Maßstabe angewiesen waren. Ihre Ergebnisse nach Zahlen und Maßen sind auf den Gleisbau nicht ohne weiteres übertragbar, einmal, weil viele Erscheinungen bei Vergrößerung des Maßstabes andere Formen annehmen, sodann weil der wechselnden Beschaffenheit der Bettung in der Natur und den Eigentümlichkeiten der Belastungen im Betriebe nicht genügend Rechnung getragen werden konnte. Es handelte sich daher bei diesen Versuchen lediglich um die Ermittlung gewisser Verhältniswerte, von denen anzunehmen war, daß sie im Betriebsgleise in ähnlicher Weise zur Erscheinung kommen. Im besonderen erstreckten sich die vergleichenden Versuche auf den **Einfluß der Schwellenentfernung, der Schwellenbreite, der Überschüttungshöhe und der Art des Bettungsstoffes.** Zur Ausführung der Versuche dienten eiserne Kästen mit verstellbaren Wänden und so großer Tiefe, daß die Bewegungen im Kiesbette in keinem Falle bis zum Boden hinabreichten. Zur Belastung der Schwellen und zur Messung des Druckes diente ein Stempel mit Druckschraube und zwischengeschalteter kräftiger Spiralfeder, deren Zusammendrückung sich unmittelbar auf den kurzen Hebel eines Zeigers übertrug (Text-Abb. 8). Die Zeigerskala wurde durch Belastung mittels Gewichten festgestellt. Der Stempel war für eine Belastung bis 300 kg eingerichtet, doch konnte der Druck mit Hilfe eines eingeschalteten Hebels nach Bedarf bis auf 500 kg gesteigert werden. Die verwendeten Holzschwellen hatten Breiten von 10 bis 80 mm. Die Bettung bestand aus trockenem Grubenkies mit abgerundetem Korne, jedoch von höchstens 5 mm Größe, um gewölbeartige Abstützungen im Kiesbette mit Rücksicht auf den verringerten Maßstab zu vermeiden.

Abb. 8.

Die ersten Versuche wurden mit Einzelschwellen von 20 bis 60 mm Breite und feiner Sandbettung von weniger als 1 mm Korn ausgeführt. Der Druck wurde so lange gesteigert, bis deutliche kreisende Bewegungen im Kiesbett auftraten. In der Regel erfolgte gleichzeitig ein plötzlicher Einbruch unter vorläufiger Verminderung des Druckes. Die Widerstandsfähigkeit der Bettung wird hauptsächlich beeinflußt durch die Breite der Bettung a (Text-Abb. 9a), die Breite der Schwelle b und die Überschüttungshöhe h. Der Einfluß der Breite a steht wieder in gewisser Beziehung zur Schwellenbreite b. Es mag daher für die Folge das Verhältnis $\frac{a}{b}$ als **Schwellenteilung** bezeichnet werden. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in den Text-Abb. 9a bis 9c dargestellt. In Text-Abb. 9b sind die Schwellenteilungen als Abzissen, die Tragfähigkeiten der Bettung nach kg/qcm als zugehörige Ordinaten dargestellt, getrennt nach Überschüttungshöhen von $h = 0$ bis $h = 30$ mm. Für $h = 0$ blieb die Tragfähigkeit, so lange die Schwellenteilung $\frac{a}{b}$ größer als 7 war, fast gleichmäßig. Bei Abnahme der Schwellenteilung stieg sie zunächst langsam, dann in schneller zunehmendem Verhältnisse, so daß sie bei $\frac{a}{b} = 2$ bereits doppelt so groß war als bei $\frac{a}{b} = 3$.

Durch Aufhöhung des Kiesbettes wurde seine Tragfähigkeit erheblich verstärkt, der Einfluß der Schwellenteilung auch insofern verschoben, als bereits bei größerer Schwellenteilung eine stärkere Zunahme der Tragfähigkeit eintrat. Die Wirkung der Überschüttungshöhen ist in Text-Abb. 9c noch besonders dargestellt und zwar getrennt nach Schwellenteilungen von 2,6 bis 20 in der Weise, daß die Überschüttungshöhen von 0 bis 80 mm als Abzissen, die Tragfähigkeit der Bettung als Ordinaten erscheinen. Letztere wächst danach in ziemlich gleichbleibendem Verhältnisse zur Überschüttungshöhe.

Sichere Ergebnisse über die Wirkungsweise der Schwellenbreiten konnte bei diesen Versuchen nicht gewonnen werden. Um nun den wirklichen Zuständen im Gleise, den gleichzeitigen Belastungen durch mehrere Schwellen, näher zu kommen, wurden zwei Schwellen scharf an den Seitenwänden eines kleineren Kastens eingesetzt und fest miteinander verbunden (Text-Abb. 11). Zur Verminderung der Reibung

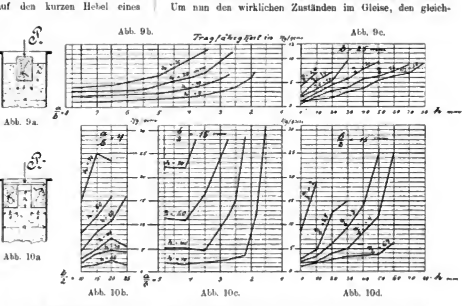
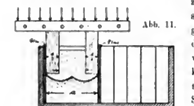


Abb. 9a. Abb. 9b. Abb. 9c.

Abb. 10a. Abb. 10b. Abb. 10c. Abb. 10d.

wurden alle inneren Kastenwände mit Glas ausgelegt. Die trotzdem verbleibenden, nicht unerheblichen Reibungswiderstände sind für die Ergebnisse der Versuche von keiner großen Bedeutung, da sie in einem bestimmten Verhältnisse zur Einheitsbelastung stehen, für die Vergleichung der gefundenen Werte also nicht weiter in Betracht kommen. Da bei diesen Versuchen die Schwellen mit je drei Seiten dicht an den Wandungen anlagen, so konnte die Bettung unter den Schwellen immer nur nach einer Richtung ausweichen. Die Breite der Schwelle entspricht daher in ihrer Wirkungsweise nur der halben Breite einer freiliegenden Schwelle, und



welcher überhaupt ein seitlicher Auftrieb in der Bettung stattfand. Mit wachsender Überschüttungshöhe h steigerte sich die Tragfähigkeit der Bettung, wie es scheint, in beschleunigtem Verhältnisse (Text-Abb. 10d). Dieses Zunahmeverhältnis war um so größer, je kleiner die Schwellenteilung ausfiel. Hier war auch ein bestimmter Einfluß der Schwellenbreite auf die Tragfähigkeit der Bettung erkennbar, wie Text-Abb. 10b für verschiedene Überschüttungshöhen zeigt. Mit wachsender Schwellenbreite steigerte sich der Einheitsdruck etwa in geradlinigem, ziemlich gleichbleibendem Verhältnisse. Ein geradliniger Zuwachs der Tragfähigkeit wird auch in Dr. H. Zimmermanns „Berechnung des Oberbaues" Seite 115 für den Fall nachgewiesen, daß die Überschüttung gleich Null ist.

Die bisherigen Versuche erstreckten sich lediglich auf die Tragfähigkeit der Kiesbettung unter einer beliebig gesteigerten ruhenden Belastung. Es blieb noch übrig, dem Verhalten

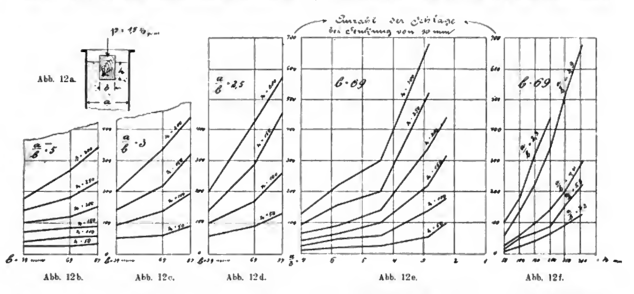


Abb. 12b. Abb. 12c. Abb. 12d. Abb. 12e. Abb. 12f.

ist dementsprechend mit $\frac{b}{2}$ bezeichnet. Bei dieser Gelegenheit wurde auch beobachtet, daß unter den Schwellen, sobald die Überschüttung eine gewisse Höhe erreicht hatte, im Kiesbette festgelagerte, nach oben gerichtete Keile entstanden, an dem der Bettungsstoff seitlich abglitt, unter Übertragung außerordentlich kräftiger Seitenschübe auf die Schwellen. Die Korngröße des Kieses betrug 1 bis 2 mm, die Breite der Schwellen $\frac{b}{2} = 10$ bis 50 mm, die Überschüttungshöhe bis 130 mm.

Die in Text-Abb. 10a bis 10d dargestellten Ergebnisse waren ähnlich den früheren, doch machte sich die Schwellenteilung erst bei geringeren Werten, etwa $\frac{a}{b} = 4$ geltend (Abb. 10c), war aber bei fortschreitender Verringerung von außerordentlich schnell wachsendem Einfluß, so daß die Tragfähigkeit der Bettung bei $\frac{a}{b} = 2$ bereits etwa einen vierfach größeren Wert hatte als bei $\frac{a}{b} = 3$. Bei der Schwellenteilung $\frac{a}{b} = 1{,}5$ für $h = 10$ mm war die Grenze erreicht, bis zu

der Bettung unter Mitwirkung von Erschütterungen, welche ja im Betriebsgleise eine hervorragende Rolle spielen, näher zu treten. Durch die Erschütterungen werden die inneren Reibungswiderstände in dem Kieskörper vorübergehend verringert. Die Kiesbettung verhält sich daher in diesem Zustande etwa wie ein ruhig belasteter Bettungsstoff mit flacherem Böschungswinkel. Den wirklichen Zuständen im Gleise möglichst entsprechend, wurde bei den folgenden Versuchen die Bettung mittels eines belasteten Hebels einem gleichmäßigen Drucke von 1,5 kg/qcm ausgesetzt, der ganze Kasten aber, welcher die Bettung aufnahm, durch ein aus gleicher Höhe anschlagendes Gewicht in heftige, stets gleiche Erschütterungen versetzt. Als Maßstab für die Widerstandsfähigkeit der Bettung galt die Anzahl der Schläge, nach welchen die Schwelle 10 mm tief in die Bettung eingesunken war. In der Regel war bei den ersten Schlägen die Einsenkung größer, nahm aber dann bald einen gleichmäßigen Fortschritt. Die Schwellenbreite betrug bei diesen Versuchen 39 bis 87 mm, die Überschüttung wurde bis auf 300 mm gesteigert. Die in den Text-Abb. 12a und 12b dargestellten Ergebnisse zeigen wieder viel Übereinstimmung mit den

früheren. Die Schwellenteilung macht sich bereits bei $\frac{a}{b} = 10$ geltend, im verstärkten Maße, ebenso wie früher, jedoch erst bei einer Teilung von weniger als 4 (Text-Abb. 12e). Auch die Überschüttungshöhe bewirkt eine Steigerung der Widerstandsfähigkeit in ähnlicher Form, wie früher (Text-Abb. 12f). Die Bedeutung der Schwellenbreite kam besonders deutlich zur Erscheinung und ist daher in den Text-Abb. 12b bis 12d für verschiedene Schwellenteilungen ausführlicher dargestellt. Der Widerstand der Bettung bei gleichmäßigem Einheitsdrucke wuchs stets mit zunehmender Schwellenbreite in etwas mehr als geradlinigem Verhältnisse, und zwar in um so stärkerem Maße, je geringer die Schwellenteilung und je größer die Überschüttung war.

Anders als bisher erörtert verhält sich das Kiesbett an den Schwellenköpfen. Ebenso wie an der Langseite der Schwelle bildet sich auch an ihrer Kopfseite ein Ablösungskörper im Kiesbett. Da jedoch hier die Gegenwirkung einer Nachbarschwelle fortfällt, vielmehr unweit der Schwelle die Kiesbettung mit einer Böschung frei endigt, so ist der Widerstand der Bettung vor den Schwellenköpfen gegen seitliche Verschiebung verhältnismäßig gering gegenüber dem Widerstande zwischen den Schwellen. Die Tragfähigkeit der Bettung unter den Schwellenenden ist also geringer als in der Schwellenmitte, und zwar wächst sie vom äußersten Ende der Schwelle nach der Mitte zu bis zu einer Stelle, an welcher die seitlichen Widerstände in der Bettung nach der Längs- und der Querrichtung des Gleises einander gleich werden, und verbleibt von da über den mittleren Teil der Schwelle in gleicher Größe. Da nun die Bettung im Verhältnisse zu ihrer Tragfähigkeit an der Abstützung der Schwelle beteiligt ist, so nimmt der Druck der Bettung gegen die Schwelle von einer gewissen Stelle aus bis zum Ende ab. Je geringer die Schwellenteilung, je größer also die Tragfähigkeit der Bettung im mittleren Teile der Schwelle ist, desto weiter vom Ende macht sich die Abnahme der Tragfähigkeit geltend.

Durch einen Versuch mit einer 50 mm breiten Schwelle und einer Schüttung von 60 mm Breite vor Kopf bei einer Schwellenteilung $\frac{a}{b} = 3$ wurde gefunden, daß die Tragfähigkeit unter dem äußersten Ende der Schwelle etwa 0,4 kg/qcm betrug, von da ziemlich gleichmäßig zunahm, bis bei einer Entfernung von etwa 45 mm vom Ende der größte über dem mittleren Schwellenteil gleichbleibende Einheitsdruck von etwa 4 kg/qcm erreicht war. Wenn die gleichen Verhältnisse auf

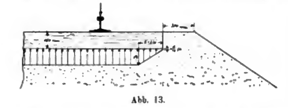


Abb. 13.

einen größeren Maßstab übertragen werden dürfen, so ergibt sich für eine 260 mm breite Schwelle bei einer Schwellenentfernung von 780 mm von Mitte zu Mitte das in Text-Abb. 13 dargestellte Belastungsbild. Ist die Breite der Vorschüttung vor Kopf unbegrenzt, so verringert sich die Länge c des Gebietes der Druckabnahmen auf etwa 180 mm, steigt aber beim Fehlen jeder Vorschüttung auf etwa 400 mm.

Die Länge der Schwelle hat keinen Einfluß auf die Belastungsform an ihren Enden, sondern nur auf die Größe und die Länge der gleichförmigen Belastung im mittleren Schwellenteil. Bei der Bemessung der Schwellenlänge ist zu berücksichtigen, daß einerseits keine zu großen Biegungsmomente entstehen, sodann, daß auch im unbelasteten oder schwach belasteten Zustande die Schwelle eine zweckmäßige Lagerung auf dem Kiesbette findet. Da die Oberfläche der Bettung sich der elastischen Linie der belasteten Schwelle anpaßt, so ruht eine zu kurze Schwelle im unbelasteten Zustande lediglich mit ihrer Mitte auf der Bettung, eine zu lange Schwelle lediglich mit ihren Enden. Ferner aber wird ihr Biegungsmoment unter der Schiene mit der Vergrößerung der Gesamtlänge ganz erheblich gesteigert, was bei Holzschwellen namentlich dann zu berücksichtigen ist, wenn die Stelle des größten Biegungsmomentes, etwa durch eingeschraubte Holzdübel, um einen großen Teil ihrer Tragfähigkeit geschwächt ist. Die Berücksichtigung aller dieser Bedingungen würde zu einer Schwellenlänge von etwa 2,80 m führen.

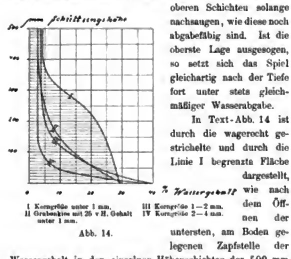
Von großer praktischer und wirtschaftlicher Bedeutung ist für die auf bestimmte Kieslager angewiesenen Bahnstrecken die Frage, welche geringste Korngröße oder welche größte Beimischung feiner Bestandteile für den Bettungsstoff zulässig sein soll. Die Tragfähigkeit des Kieskörpers hängt wesentlich ab von seinen inneren Reibungswiderständen, diese aber werden beurteilt aus dem Böschungswinkel des verwendeten Stoffes. Für gewöhnlichen trockenen Grubenkies wurden folgende Werte ermittelt:

Nr.	Korngröße	Böschungswinkel
I	unter 1 mm	31° 11'
II	von 1 bis 2,0 mm	33° 45'
III	„ 2 „ 3,1 „	36° 9'
IV	„ 3,1 „ 4,2 „	37° 10'
V	„ 4,2 „ 5,6 „	40° 15'
VI	„ 5,6 „ 9,2 „	39° 48'
	Mischung aus I, II, VI = 1 : 1 : 5	34° 35'
	„ „ II, IV = 1 : 1	36° 52'

Der Böschungswinkel vergrößert sich also nicht unerheblich, von etwa 30 auf 40° mit der Größe des Kornes. Nach den theoretischen Untersuchungen in Dr. H. Zimmermanns „Berechnung des Oberbaues" Seite 116 wächst aber die Tragfähigkeit des Bettungsstoffes in stark beschleunigtem Verhältnisse zur Größe des Böschungswinkels, so daß sie bei einem Böschungswinkel von 40° bereits 3 bis 5 mal so groß sein müßte, als bei einem solchen von 30°. Wenn nun die Erfahrungen einen so weitgehenden Unterschied nicht bestätigen, so muß wieder berücksichtigt werden, daß die Reibungswiderstände durch die Erschütterungen erheblich abgeschwächt und ausgeglichen, anderseits aber bei feineren Bettungsstoffen durch Erdfeuchtigkeit vermehrt werden. Aus den nach dieser Richtung angestellten Versuchen konnte nicht festgestellt werden, daß grobkörniger, stark erschütterter Bettungsstoff an Tragfähigkeit dem feinen Stoff überlegen sei.

Für die Korngröße ist indessen nicht allein die Tragfähigkeit des trockenen Bettungsstoffes maßgebend, sondern in höherem Maße noch die Wirkung der Nässe auf den Zustand der Bettung. Mäßige, bis zum Zustand der Bergfeuchtigkeit vorhandene Nässe, wie sie sich meistens in dem unteren tragenden Teile des Bettungskörpers vorfindet, vermehrt den Zusammenhang und die Tragfähigkeit der feineren Kiesmassen. So wurde für Kies mit viel Feingehalt im bergfeuchten Zustande eine zwei- bis viermal so große Tragfähigkeit gefunden, als für Kies in ganz trockenem Zustande, während für rein grobes Korn kein bemerkenswerter Unterschied zu erkennen war. Eine Übersättigung mit Wasser dagegen lockert den Zusammenhang, namentlich des feineren Bettungsstoffes, wenn er einem schnellen Wechsel zwischen Belastung und Entlastung ausgesetzt wird. Ist die nötige Entwässerung vorhanden, so kann grobkörniger Kies nicht übersättigt werden, wohl aber Kies von feinem Korn, weil er die Nässe bis zur vollen Sättigung zurückbehält. Zur Ermittlung der Wasseraufnahme und Abnahme im Kieskörper wurden nun folgende Versuche vorgenommen.

In einen wasserdichten 500 mm hohen Kasten wurde trockener Sand von weniger als 1 mm Korngröße gefüllt, und die ganze Schüttung bis zur Oberfläche mit Wasser gesättigt. Die Wasseraufnahme betrug hierbei 29 vH. der Sandmasse. Sodann wurde das überschüssige Wasser aus einer Reihe von Zapflöchern, welche 50 mm untereinander lagen, nacheinander abgelassen und gemessen. Dabei zeigte sich nun, daß der Abfluß an den obersten Stellen sehr gering war, mit wachsender Tiefe zunahm, in einer Tiefe von mehr als 400 mm unter der Oberfläche aber fast gleichmäßig blieb. Die Ursache dieser Erscheinung ist darin zu suchen, daß zunächst bei hohem Grundwasserstande die Kapillaranziehung in den oberen Sandschichten überwiegt, beim weiteren Sinken des Wasserstandes aber nachläßt, daß ferner die abwärts fließenden Wasserfäden durch ihr eigenes Gewicht Nässe aus den oberen Schichten solange nachsaugen, wie diese noch abgabefähig sind. Ist die oberste Lage ausgesogen, so setzt sich das Spiel gleichartig nach der Tiefe fort unter stets gleichmäßiger Wasserabgabe.



I Korngröße unter 1 mm. II Grubenkies mit 25 v H. Gehalt unter 1 mm. III Korngröße 1—2 mm. IV Korngröße 2—4 mm.

Abb. 14.

In Text-Abb. 14 ist durch die wagerecht gestrichelte und durch die Linie I begrenzte Fläche dargestellt, wie nach dem Öffnen der untersten, am Boden gelegenen Zapfstelle der Wassergehalt in den einzelnen Höhenschichten der 500 mm hohen Schüttung verteilt war. Der ursprüngliche Wassergehalt von 29 vH. verminderte sich von unten nach oben bis zu einem Gehalt von etwa 4 vH. In gleicher Weise bezeichnen die Linien II, III und IV der Text-Abb. 14 den Wassergehalt von gröberen Kiesarten, wie sie in der Unterschrift näher angegeben sind. Die Wasseraufnahmefähigkeit des gröberen Kieses war zwar größer, doch ging die Wasserabgabe bei Senkung des Grundwassers viel schneller vor sich, so daß Kies von mehr als 2 mm Korngröße bereits in einer Höhe von etwa 130 mm über dem Grundwasserstande nahezu wasserfrei war. Der schließliche Rückstand an Feuchtigkeit schwankte bei den einzelnen Kiesarten nur zwischen 2,5 bis 4 vH.

Es ist also ersichtlich, daß zwar der grobkörnige Bettungsstoff bereits bei geringerer Schütthöhe vollkommen entwässert wird, daß aber anderseits der Grad der Trockenlegung bis auf einen geringen Wasserrückstand für feineren und gröberen Stoff fast gleich bleibt, wenn nur die erforderlichen Schüttungshöhen vorhanden sind. Die Nachteile des feinkörnigen Kieses lassen sich in dieser Richtung durch Verstärkung der Bettung aufheben. Indessen ist nicht außer acht zu lassen, daß feinkörnige Bettung langsamer entwässert, daß also bei anhaltenden Niederschlägen zeitweilige Übersättigung mit Wasser eintreten kann, ebenso beim Frostaufgang, wenn dem Tauwasser der Eintritt in die untere, noch gefrorene Bettung versperrt ist. Im günstigen Sinne wirkt demgegenüber der Umstand, daß der Frostzustand unterhalb der Holzschwellen länger besteht als zwischen ihnen und die Schwellen sich erst dann von der Bettung ablösen, wenn zwischen ihnen bereits eine tiefergehende Entwässerung vorhanden ist.

Die wesentlichsten Bedingungen für eine möglichst dauerhafte und gleichmäßige Lage des Gleises in Kiesbettung lassen sich hiernach folgendermaßen zusammenfassen.

Das Unterbett des Gleises soll bis zur gewöhnlichen Frosttiefe aus einem wetterbeständigen Stoff bestehen, welcher durch Frost keine Raumveränderungen erleidet.

Die dauernden Senkungen des Gleises stehen im unmittelbaren Verhältnisse zur Widerstandsfähigkeit des Bahnkörpers. Die Bettung soll daher, soweit sie gleichen Angriffen ausgesetzt ist, von durchaus gleichmäßiger Tragfähigkeit sein. Dazu gehört bei einem Untergrunde von geringer oder von wechselnder Tragfähigkeit, also bei jedem erdigen Untergrunde, ein Bettungskörper von solcher Stärke, daß die Einzelbelastungen durch die Schwellen als eine gleichverteilte Belastung durch die Bettung auf den Untergrund übertragen werden, daß ferner alle seitlichen, kreisenden Bewegungen sich in der Bettung selbst abspielen. Bettungskies mit feinen Bestandteilen bedarf einer Tiefe von nicht unter 500 mm, um die oberen Lagen genügend trocken zu halten.

Aus diesen Anforderungen ergibt sich bei enger Schwellenteilung von 600 bis 700 mm, unabhängig von der Art des Bettungsstoffes, eine Bettungstiefe von etwa 550 mm unterhalb der Holzschwellen, sofern nicht besondere ungünstige Eigenschaften des Untergrundes größere Tiefen erfordern. Für die untere Lage der Bettung genügt wasserdurchlassender, möglichst reiner Sandboden. Die eigentliche Gleisbettung aus grobkörnigerem Stoffe sollte nicht schwächer sein als 300 mm unter der Schwelle, um Vermischungen mit der unteren Lage zu verhüten. Betreffs der Korngröße dieses oberen Bettungskieses ist es wünschenswert, zur Erzielung eines schnellen und gründlichen Wasserabzuges aus den oberen Lagen, und zum Verhüten von Staubbildungen unter dem Zuge, sowie mit Rücksicht auf die spätere Vermehrung des Feingehaltes

durch die Stopfarbeiten, bei der ersten Verwendung die feinsten Bestandteile auszuscheiden. Doch handelt es sich dabei nur um Bestandteile von weniger als 2 mm Korngröße. Im übrigen ist eine Mischung aus grobem und mittelfeinem Korne zur festen Unterstopfung der Schwellen besser geeignet als rein grobes Korn. Das Ausscheiden nur der feinsten Bestandteile ist indessen bei der erdfeuchten Beschaffenheit des Kieses nicht wohl ausführbar. Es werden daher zur Beseitigung der Feinstoffe meistens gröbere Siebe verwendet, wodurch ein großer, sehr brauchbarer Teil des Kieses verloren geht und die gewonnenen Massen oft so gering werden, daß die Kosten des Siebens nicht mehr lohnen. Unter solchen Umständen dürfte Bettungskies mit einem Feingehalt von 1 mm Korn und weniger bis zu 25 vH. von der Verwendung als Bettungskies nicht auszuschließen sein, wenn nur die oben bezeichnete Stärke der Bettung vorhanden ist.

Die obere Breite des Kiesbettes vor Kopf steht in gewisser Wechselwirkung mit der Schwellenlänge und Schwellenteilung. Bei den üblichen Schwellenlängen von 2,70 bis 2,80 m und enger Schwellenteilung wird eine Vorschüttung von 300 mm vor Kopf, in der Höhe der Schwellenoberkante gemessen, als ausreichend erachtet.

Bei wachsender Überschüttungshöhe steigert sich die Tragfähigkeit der Bettung um mehr als im einfachen Verhältnis zu dieser Höhe. Die Überschüttung wird daher vorteilhaft so hoch geführt, als es die sonstigen Rücksichten auf die Befestigung der Schiene und das Freihalten der Radspur gestatten.

Die Schwellenbreite ist von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Denn einerseits wird die Einheitsbelastung des Kiesbettes bei wachsender Schwellenbreite verringert, andererseits aber die Tragfähigkeit der Flächeneinheit im einfachen Verhältnis zur Schwellenbreite und mehr gestärkt. Die allgemeine Verwendung stärkerer Schwellenhölzer verbietet sich allerdings wegen der hohen Kosten und der schwierigen Beschaffung. Die Länge der Schwellen wird zweckmäßig auf 2,80 m bemessen. Im übrigen aber ist auf durchaus gleichmäßige Abmessung der Schwellen und auf eine gleichmäßige Gestaltung des Bettungskörpers in allen seinen Abmessungen Gewicht zu legen, um eine wirklich gleiche Beanspruchung und Widerstandsfähigkeit des Bettungskörpers zu erzielen.

Von größerer Bedeutung als die Schwellenbreite ist die Schwellenteilung. Mit der Verringerung der Schwellenteilung werden ebenfalls zwei Vorteile erreicht, einmal eine geringere Einheitsbelastung der Bettung, zweitens eine erhebliche Steigerung ihrer Tragfähigkeit. Denn gerade innerhalb der für den Gleisbau in Frage kommenden Schwellenteilungen von $3^1/_2$ bis 2 (etwa 900 bis 500 mm Entfernung von Mitte zu Mitte) wächst die Tragfähigkeit der Bettung in hohem Maße, um mehr als das Doppelte (Text-Abb. 9b, 10c, 12e). Für den geringsten Schwellenabstand ist die Handhabung der Stopfgeräte ausschlaggebend. 160 mm starke Holzschwellen lassen sich noch bei 350 mm lichtem Abstande ohne Mühe und ohne größeren Zeitaufwand unterstopfen, doch dürfte hiermit die Grenze für die gewöhnliche Schwellenteilung mit einem Werte von 2,3 (600 mm von Mitte zu Mitte) erreicht sein. Bis zu dieser Grenze hinabzugehen, ist für jedes im Kiesbett liegende Gleis mit Vollbetrieb ratsam, weil hierin, neben einer starken Bettung, das wirksamste und einfachste Mittel für eine dauernde Verbesserung der Gleislage gegeben ist.

Eine besondere Behandlung verlangen die Stellen der Schienenstöße, weil hier die Bettung stärkeren Angriffen ausgesetzt ist, ihre Widerstandsfähigkeit also gekräftigt werden muß. Mehrfach ist versucht worden, dies durch Einbau von Steinschotter unter den Stoßschwellen zu erreichen, doch, wie es scheint, ohne sonderlichen Erfolg.

Ein weiteres, fast allgemein gebräuchliches Mittel ist die Annäherung der Stoßschwellen bis auf das geringste anwendbare Maß von 500 mm von Mitte zu Mitte. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Standfähigkeit des ganzen Kiesbettes fällt dieses an sich wirksame Mittel indessen um so weniger in das Gewicht, je geringer bereits die Schwellenteilung außerhalb des Stoßbereiches ist. Für die weitere Kräftigung der Stoßlage würde eine Verbreiterung der Stoßschwellen, wie sie in früheren Zeiten vielfach üblich war, gute Dienste leisten. Werden Stoßschwellen von 300 mm Breite in dem zulässig geringsten lichten Abstande von 250 mm voneinder und den Nachbarschwellen verlegt, so beträgt die Schwellenteilung an den Stößen $\frac{550}{300} = 1,83$ gegenüber $\frac{600}{260} = 2,31$ an den Mittelschwellen. Durch diese Verminderung der Schwellenteilung, verbunden mit der Vergrößerung der Stoßschwellenbreite von 260 auf 300 mm, sowie durch die Verteilung der Last auf größere tragende Flächen wird die Standfähigkeit der Bettung an den Stößen um etwa 75 vH. gegenüber den sonstigen Gleisstellen vermehrt. Da bei der Gewinnung der Schwellen stets Hölzer verschiedener Abmessungen zur Verfügung stehen, so dürfte die Beschaffung stärkerer Hölzer in einer Menge von etwa 10 vH. des ganzen Bedarfes keine Schwierigkeiten bereiten.

Eine noch weitergehende Verteilung des Druckes und Entlastung der Bettung an den Stößen wird angestrebt durch die Verkupplung zweier oder mehrerer Stoßschwellen zu einem starren, als einheitliche Stütze wirkenden Rahmenwerk.

Alle Mittel zur Kräftigung des Bettungswiderstandes an den Stößen werden indessen in ihrer Wirkung unvollkommen bleiben, sie werden nicht imstande sein, die für die Erhaltung der Gleislage so notwendige Stetigkeit in der Unterstützung der ganzen Schwellenreihe zu erzielen, solange die Angriffe der Lasten an den einzelnen Stoßstellen so verschiedenartig sind, wie es die Ungleichheit der Stoßlücke, der Höhenlage der Schienenenden, der Abnutzung der Schienen und der Laschen und der sonstigen Formveränderungen an den Stößen mit sich bringt. Die Frage der Stoßlagerungen ist daher in erster Linie eine Frage der Schienenstoßverbindungen.

C. Bräuning.

Die Erneuerung der Uferbefestigungen am Spreekanal in Berlin mit eisernen Ständern und Monierplatten.

(Mit Abbildungen auf Blatt 67 im Atlas.)

1. Das Bauwerk und seine Herstellung.

In den Jahren 1901 bis 1903 wurden die hölzernen Ufereinfassungen des Spreekanals in Berlin oberhalb der Stadtschleuse beseitigt und durch eine neue Uferschälung in Eisen-Monierbauweise ersetzt. Die alten, vom Fiskus zu unterhaltenden, hölzernen Bohlwerke waren in so hohem Grade baufällig geworden, daß eine Erneuerung nicht mehr zu umgehen war. Alle über Wasser belegenen Holzteile waren zum größten Teile vermorscht, und unter Wasser wurden nur die Ständer noch gut befunden, während die Spundwände in ihrem oberen Teile stark verwittert und so kurz waren, daß ihre Unterkante meist 1 m über der Normalsohle lag. Bei dieser Beschaffenheit waren die Bohlwerke nicht imstande, dem Erddruck zu widerstehen, wo er infolge von Auflockerungen (Aufgraben für Verlegen von Rohr-, Kabel- usw. Leitungen) des sonst sehr gut abgelagerten und standfesten Straßenuntergrundes sich in erhöhtem Maße geltend machte. Durch Ausweichen des Bohlwerkes traten an einzelnen Stellen Versenkungen im Straßenpflaster ein, dessen Unterhaltung dadurch erschwert und verteuert wurde. Wegen der kurzen Spundwände konnte auch in Höhe der Normalsohle nicht bis an das Ufer heran gebaggert werden, wodurch der Schiffahrtsverkehr behindert wurde und für große Fahrzeuge das Durchfahren des teilweise stark gekrümmten Kanals fast unmöglich war.

Eine Erneuerung der alten Bohlwerke in Holz erschien wegen dessen kurzer Dauer nicht zweckmäßig, und es sollte zum Ersatz eine Uferschälung von dauerhafterer, der Steinbauweise möglichst gleichwertigen Bauart hergestellt werden. Bei der Wahl der neuen Ufereinfassung war auch von Bedeutung, daß die Entscheidung über die endgültige Verwendung des Spreekanals, der auch als wichtiger Flutarm dient, in absehbarer Zeit nicht getroffen werden kann. Erst die Eröffnung des Teltow-Kanals, die möglicherweise auftretende Notwendigkeit des Baues einer zweiten Mühlendammschleuse, sowie die weitere Entwicklung des Schiffsverkehrs werden diese Frage ihrer Lösung näher bringen. Aus diesen Erwägungen und nicht weniger im Hinblick auf die Kostenfrage wurde von der Errichtung steinerner Ufermauern Abstand genommen. Nach den günstigen Erfahrungen, die mit einer im Jahre 1890 errichteten Eisen-Monier-Uferschälung (Zentralblatt der Bauverwaltung 1895, S. 481 ff.) gemacht worden waren, wurde die Erneuerung in ähnlicher Bauweise beschlossen. Dabei wurde der Möglichkeit, das Oberwasser der Spree in Berlin, das z. Zt. auf N.N. + 32,28 m liegt, wegen der geringen Durchfahrtshöhe unter den Brücken etwas senken zu können, insofern Rechnung getragen, als die Verwendung hölzerner Bauteile über Ord. N.N. + 32,00 m vermieden ist. Das errichtete Bauwerk ist in den Abb. 1 bis 4 und 8 bis 16 auf Bl. 67 dargestellt. Seine Ausführung geschah in folgender Weise. Nachdem der für den Abbruch des hölzernen Bohlwerkes notwendige Erdaushub hergestellt und dieses beseitigt war, wurde wasserseitig ein Rammgerüst geschlagen und die neue tragende Spundwand von 5 m Länge und 15 cm Stärke von diesem aus eingerammt. Der Erdaushub wurde hierbei auf das geringste Maß eingeschränkt, um den vorgefundenen, gut abgelagerten Straßenuntergrund nur so viel aufzulockern, als unbedingt nötig war, sowie auch um während der Rammarbeit eine möglichst breite Verlage vor den meist sehr alten Häusern an den Uferstraßen zu behalten. Diese Maßregel hat sich vorzüglich bewährt, da keinerlei Beschädigungen an den Häusern vorgekommen sind. Vor die 15 cm starke Spundwand wurde sodann wasserwärts in etwa 1 m Abstand eine zweite, 10 cm starke Spundwand als Fangedamm geschlagen und darauf die durch Querdämme in Abständen von 20 bis 30 m Länge abgeschlossene Baugrube ausgepumpt. Alsdann wurde die Spundwand in der richtigen Höhe abgeschnitten und zur Aufnahme des unteren Holmes aus [-Eisen Nr. 16 sauber bearbeitet. Der in Schüssen von durchschnittlich 10 m Länge verlegte Holm wurde durch verzinkte Nägel von etwa 25 cm Länge in 50 cm Abständen auf die Spundwand aufgenagelt. Die einzelnen Schüsse sind durch Flacheisenlaschen in der Weise miteinander verbunden, daß die Lasche mit dem einen Holmende fest vernietet, mit dem anderen Holmende durch Nägel wie die vorerwähnten, die durch Holm und Lasche gehen, auf die Spundwand genagelt ist. Die Stöße liegen stets in der Mitte zwischen zwei Ständern.

Es waren auch Versuche gemacht worden, die tragende Spundwand mit Hilfe einer etwa 4 m langen und 1,25 m breiten Taucherglocke abzuschneiden und zu bearbeiten. Da diese Ausführung sich jedoch teurer stellte als die Bearbeitung im Schutze des leichten und ausreichend dichten Fangedammes, so wurde von ihrer weiteren Anwendung Abstand genommen.

Auf dem [-Eisen-Holm befinden sich in Abständen von 2 m von Mitte zu Mitte aufgenietete Winkeleisen-Laschen 130·65·10 mm, zwischen denen die am Fuße durch 10 mm starke Futterbleche verstärkten Ständer aus I-Eisen Nr. 24 aufgestellt und durch 35 mm starke Schraubenbolzen gehalten werden. Zur Erleichterung der Ausführung wurde für alle Ständer der gleiche Querschnitt verwendet. Nachdem die Ständer aufgerichtet und die oberen Winkeleisen-Holme angeschraubt waren, wurden die Schachtgruben für die als Monierplatten ausgebildeten Ankerplatten ausgehoben und ausgesteift und dann bei den zuerst ausgeführten Strecken der Erdkeil zwischen der Baugrube und dem Ankerplattenschacht durchgeschlitzt. Später wurden nur Löcher durch den Keil gestoßen, die für das Durchstecken der Anker ausreichten.

Der Angriffspunkt des oberen Ankers B (Abb. 1 Bl. 67) ist so gewählt, daß das Biegungsmoment bei B gleich und entgegengesetzt dem größten Moment zwischen B und C wird. An einzelnen Ständern in etwa 16 bis 20 m Abständen befindet sich ein dritter Anker A, der den von einem vorn angebrachten Schiffsring etwa ausgehenden Zug auf die Ankerplatte überträgt (Abb. 10 bis 12 u. 14 Bl. 67). Abweichend hiervon wurde in einer Strecke der Anker B mit dem Ständer nicht durch Laschen verbunden, die durch die Trägerflansche gesteckt und an den Steg genietet sind, sondern durch hakenförmige Laschen, die um die Trägerflansche fassen (Abb. 3 u. 4 Bl. 67). Bei einer

in der mechanisch-technischen Versuchsanstalt in Charlottenburg vorgenommenen Zerreißprobe war ein Hakenpaar unter einer Zugbelastung von 20 000 kg gebrochen. Da der größte Ankerzug an der höchsten Stelle der Uferschälung nur etwa 5000 kg beträgt, an den meisten Stellen aber erheblich niedriger ist, so bietet auch diese Ausführung genügende Sicherheit. Der Laschenverbindung (Abb. 1, 13 u. 14 Bl. 67) wurde aber der Vorzug gegeben, weil diese weniger Arbeit erfordert als das Ausschmieden der Hakenklauen und weil bei ihr Arbeitsfehler leichter vermieden und bemerkt werden können als bei der schwierigen Schmiedearbeit an den Haken.

Zwischen die aufgestellten, ausgerichteten und gut verbundenen Ständer wurden die Monierplatten mit Hilfe eines Auslegerkranes eingeschoben. Die Stärke der je nach der Höhe der Uferschälung verwendeten Monierplatten und die Anzahl der einbetonierten Eisenrundstäbe von 10 mm Durchmesser ist in der folgenden Tabelle angegeben:

Stärke der Platte cm	Verwendet bis zu einer Höhe der Uferschälung unter der Oberkante des Holms m	Anzahl der wagerechten Rundeisen, 10 mm stark Stück
7	1,20	6
8	1,70	7
9	2,20	8
10	2,70	9
11	3,20	10
12	4,20	11

Mit Ausnahme der wegen der Uferstraßen-Gefälle notwendigen, oberen Ausgleichschicht haben alle Monierplatten bei 1,96 m Länge gleiche Höhe von 49 cm erhalten. Sie wurden aus Kiesbeton im Mischungsverhältnis 1 : 4 hergestellt; die Ansichtsfläche wurde mit einer 5 bis 6 mm starken Deckschicht aus Zementmörtel 1 : 1 versehen. Beim Versetzen der Platten blieb die unterste Fuge über dem Holm als Sickerschlitz durchgehend offen. Sie wurde nur in denjenigen Feldern in gleicher Weise wie die anderen Fugen mit Zementmörtel gefüllt, vor denen später einer der vorerwähnten Querfangedämme errichtet werden sollte. Um die Bauausführung in den engen aber ziemlich verkehrsreichen Uferstraßen auf möglichst kurze Zeit einzuschränken, war die Verwendung vorher fertig gestellter Monierplatten geboten. Wenn der Beton zwischen den Ständern eingestampft worden wäre, hätte man nicht nur die Zeit für diese Arbeit zugeben, sondern außerdem noch mit dem Einbringen der Hinterfüllung warten müssen, bis der eingestampfte Beton nach dem Abbinden gehörige Festigkeit erlangt hätte. Es hatte sich gezeigt, daß Platten, die in zu frischem Zustande etwa drei bis vier Wochen nach der Herstellung eingebaut und hinterfüllt waren, an der Ansichtsseite feine Risse erhielten, die ihre Tragfähigkeit jedoch nicht bemerkbar beeinträchtigten. Beim Einstampfen des Hinterfüllungsbodens wurde darauf gehalten, daß immer gegen das stehengebliebene Erdreich nicht gegen die Monierwand gestampft werden sollte. Außerdem wurde der Hinterfüllungsboden über Nacht eingeschlämmt. Um immer reichlichen Vorrat an genügend alten Platten zu haben, wurden im ersten Jahre so viel als möglich Platten hergestellt, und es wurde schließlich erreicht, daß die Platten bei ihrer Verwendung ungefähr ein Jahr alt waren. An solchen Platten sind Risse nach dem Einbringen der Hinterfüllung nur in wenigen Fällen vorgekommen.

Die Platten sind mit den vorderen Flanschenflächen der Ständer bündig versetzt worden, um den Schiffern keine Gelegenheit zu geben, in die Vorsprünge der Ständer die Staken einzusetzen (Text-Abb. 1).


Abb. 1. 1 : 15.

Zum Schutze gegen Rosten wurden die hinter den Platten vorragenden Teile der Ständer mit Zementmörtel umhüllt, der in hölzerne Lehren von etwa 60 cm Höhe eingestampft wurde. Damit letztere sich leicht ablösen und herausziehen ließen, wurde trapezförmiger Querschnitt für die Umhüllung gewählt.

Sämtliche Eisenteile, die nicht einbetoniert oder mit Zementmörtel umhüllt wurden, sind nach voraufgegangener, gründlicher Reinigung zweimal mit Bleimennige und die unter Wasser liegenden Holme sowie alle Ansichtsflächen außerdem noch zweimal mit Pflugscher grauer Farbe angestrichen worden, die sich bis jetzt (drei Jahre nach der Herstellung) im allgemeinen gut bewährt hat. Nur an einzelnen Stellen, wo das Eisen vor dem Aufbringen des Anstriches nicht mit der gehörigen Sorgfalt gereinigt worden war, zeigten sich bald Fehler, die nachträglich durch den Unternehmer beseitigt wurden.

Für 1 m der im Mittel 3 m über dem [-Eisen-Holm hohen Uferschälung wurden ungefähr 0,15 t Eisen gebraucht. Die Kosten betragen durchschnittlich 300 ℳ für 1 m Uferlänge einschließlich der ziemlich hohen Pflasterkosten. Für die Arbeiten auf der Baustelle, ausschließlich derjenigen in den Werkstätten zur Herstellung des Eisenwerkes und der Platten, war im Durchschnitt für 10 m Uferschälung eine Woche erforderlich.

Die Ausführung erfolgte durch die Unternehmer-Firma R. Schneider in Berlin, die die Monierplatten anfangs bei der Aktien-Gesellschaft für Beton- und Monierbau, später auf ihrem eigenen Bauhofe in Spandau herstellen ließ und die Firma Roeßemann u. Kühnemann in Berlin mit der Lieferung des Eisenwerkes betraut hatte.

Die Bauleitung lag in den Händen des Verfassers, der der Wasser-Bauinspektion I Berlin für diesen Zweck überwiesen war.

2. Belastungsproben mit Monierplatten.

Die bei der Erneuerung der Uferschälung verwendeten Monierplatten waren nach der im Zentralblatt der Bauverwaltung 1886, S. 462 gegebenen Anleitung von M. Koenen berechnet worden. Auf Grund neuerer Versuche von C. Bach, Considère und anderen haben M. Koenen im Zentralblatt der Bauverwaltung 1902, S. 229, ebenso auch E. Mörsch*) und viele andere genauere Rechnungsarten angegeben, die aber zu der Zeit, als die Entwürfe für die Monier-Uferbekleidung aufgestellt wurden, noch nicht bekannt waren.

Da die Berechnung von Monierplatten nur mit Hilfe von Näherungsformeln durchgeführt werden kann, erscheint das Bestreben berechtigt, durch Belastungsproben festzustellen, ob die Platten den im fertigen Bauwerk eintretenden Beanspruchungen gewachsen sind, sowie auch ob die Herstellungsart für die an die Platten zu stellenden Anforderungen genügt.

*) Wayß u. Freytag, A.-G., Der Betoneisenbau, seine Anwendung und Theorie; siehe auch Deutsche Bauzeitung 1903, S. 210ff.

Da ein der Firma Roßemann u. Kühnemann gehöriger, ausreichend kräftiger Wasserdruck-Zylinder mit Kolben leicht für die Versuche eingerichtet werden konnte und die Firma R. Schneider die erforderlichen Platten zur Verfügung stellte, so war es möglich, die Proben mit geringen Kosten auszuführen.

Die Vorrichtung zur Vornahme der Belastungsproben bestand nach den Abb. 5 bis 7 Bl. 67 aus einem Druckzylinder mit Rohrstutzen, der auf vier angegossenen Beinen steht und in den ein Druckstempel von 200 mm Durchmesser mit Hauptplatte von 400 mm Breite und 470 mm Länge hineingesteckt ist. An dem Druckzylinder befinden sich oben vier angegossene, starke Wulste mit Durchbohrung für vier Schraubenbolzen, die zu je zweien an zwei [-Eisen Nr. 22 angenietet sind. Quer über die Enden der [-Eisen sind, entsprechend dem Ständerabstand in den Monierwänden, in 2 m Entfernung von Mitte zu Mitte zwei I-Eisen Nr. 24 aufgenietet. Auf die Platte des Druckstempels ist ein Rechteck aus I-Eisen Nr. 12 geschraubt, dessen kürzere Träger 470 mm lang sind und 650 mm Abstand von Mitte zu Mitte haben. Diese kurzen I-Eisen tragen außerdem noch zwei durch Schraubenbolzen nur lose mit ihnen verbundene Kreuzhölzer, die, quer über die belastete Monierplatte reichend, den Wasserdruck als zwei Einzellasten auf letztere übertragen. Wenn eine Monierplatte auf diese Kreuzhölzer gelegt und Wasser in den Druckzylinder gepumpt wird, so hebt sie sich bis zum Anliegen an die Flansche der I-Eisen Nr. 24. Dieser Zustand ist in Abb. 6 dargestellt. Bei weiterem Pumpen wird die Platte durch den Wasserdruck belastet und nach oben durchgebogen. Sowohl zwischen Platte und Kreuzhölzer wie auch zwischen Platte und Trägerflansche wurden ein bis zwei 4 cm breite und 3 mm dicke Bleistreifen gelegt. Die Bleistreifen waren nach der Länge der Platte so verteilt, daß die mittleren den Abstand zwischen den beiden äußeren in drei gleiche Teile teilten. Um möglichst gleichmäßiges Anliegen der beiden Kreuzhölzer auf ihrer ganzen Länge zu erreichen, wurden außerdem noch zwischen diese und die Träger Nr. 12 nahe den beiden Enden der Hölzer je zwei, im ganzen also acht sehr schlanke Holzkeile eingeschoben (Text-Abb. 2).

1:15.
Abb. 2.

Beim Pumpen wurde der im Zylinder vorhandene Wasserdruck an zwei in die Leitung eingeschalteten Manometern abgelesen. Aus dem Manometerstand berechnet sich der Druck des Preßstempels bei n Atmosphären zu

$$D = n \cdot \frac{20^2 \cdot \pi}{4} = n \cdot 314 \text{ kg}.$$

Dieser Druck, vermindert um das 233 kg betragende Gewicht des Druckstempels einschl. Haupt, ferner um den beim Heben des Stempels wirkenden Reibungswiderstand R, sowie um das Eigengewicht der Platte G, entspricht der auf die Platte wirkenden Belastung P. Es ist also

$$P = D - (233 + R + G).$$

Die Eigengewichte der Platten sind ermittelt zu:

Stärke der Platte cm	Gewicht der Platte I kg	Gewicht der Platte II kg	Gewicht der im Mittel kg	Gewicht G abgerundet kg
7	158,0	151,2	154,6	155
8	168,0	167,2	167,6	168
9	186,5	189,8	188,2	188
10	211,0	214,8	212,9	213
11	228,5	230,5	229,5	230
12	258,0	255,4	256,7	257

Der Reibungswiderstand R beim Heben der Last wurde durch Versuche festgestellt, indem Roheisen von vorher bestimmter Gewichtsmenge auf den Stempel gepackt und er unter dieser Last gehoben und gesenkt wurde. Das Ergebnis ist aus der untenstehenden Tabelle ersichtlich.

Da der Reibungswiderstand beim Senken entlastend wirkt, so geben die Unterschiede der Ablesungen von Spalte 4 u. 5 bezw. 8 u. 9 den jeweiligen doppelten Reibungswiderstand an. Durch Auftragen der halben Unterschiede, die den zugehörigen mittleren Manometerständen entsprechen, und durch Ziehen einer Mittellinie wurde gefunden, daß der mittlere Reibungswiderstand bis zu einem Drucke von 3 atm zu 70 kg, bei 4 atm zu 75 kg, 5 atm zu 80 kg, 10 atm zu 110 kg und 15 atm zu 170 kg angenommen werden kann.

Hieraus folgt für Wasserdrucke bis 3 atm Manometerstand

$$P = D - G - (233 + 70) = D - G - 303 \text{ kg},$$

bei 4 atm

$$P = D - G - (233 + 75) = D - G - 308 \text{ kg}$$

usw. als wirkliche Belastung der Monierplatten.

Da $D = 314\,n$ wird, ergibt sich:

n in Atmosphären	$D = 314 \cdot n$ kg	$P + G$ kg
3	942,5	639,5
4	1256,6	948,6
5	1570,8	1257,8
10	3141,6	2798,6
15	4712,4	4209,4

Beim Belastungsversuch wird die Monierplatte durch die beiden Einzellasten nach oben durchgebogen. Sie ruht dabei mit ihrem Eigengewicht wie ein Träger mit überhängenden Enden auf den Kreuzhölzern, von denen die Belastung übertragen wird (Text-Abb. 3 u. 4). Das durch die Belastung erzeugte Biegungsmoment hat bei C und D seinen Größtwert

Belastung des Druckstempels einschl. seines Eigengewichtes von 233 kg	I. Versuch				II. Versuch				Theoretisch müßte abgelesen werden
	Manometer-Ablesung beim		Angezeigter Druck beim		Manometer-Ablesung beim		Angezeigter Druck beim		
	Heben	Senken	Heben	Senken	Heben	Senken	Heben	Senken	
kg	atm	atm	kg	kg	atm	atm	kg	kg	atm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1000	3,9	3,7	1225	1162	4,2	3,8	1320	1194	3,18
2000	7,3	6,5	2293	2042	7,6	6,8	2388	2136	6,37
3000	10,2	9,6	3204	3016	10,4	9,6	3267	3016	9,55
4000	13,6	12,7	4273	3990	13,6	12,7	4273	3990	12,70
5000	17,0	15,8	5341	4964	17,4	15,3	5466	4807	15,90

und ist zwischen C und D diesem gleich. Durch das Eigengewicht wird ein Biegungsmoment erzeugt, das ebenfalls bei C und D seinen Größtwert hat, zwischen C und D aber kleiner wird als dieser und bei C und D dem Biegungs-

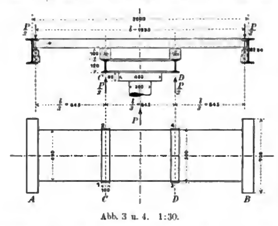


Abb. 3 u. 4. 1:30.

moment durch die Belastung gleichgerichtet ist. Die Momente bei C und D haben folgende Größe:

1. durch die Belastung: $M_p = \frac{P}{2} \cdot \frac{l}{3} = \frac{P \cdot l}{6}$ cm²kg

2. durch das Eigengewicht: $M_g = \frac{G}{3} \cdot \frac{l}{6} = \frac{G \cdot l}{18}$ „

Mithin das Biegungsmoment für die ungünstigste Beanspruchung der Platte:

$$M = M_p + M_g = \frac{P \cdot l}{6} + \frac{G \cdot l}{18} = \frac{l}{18} \cdot (3P + G).$$

Um einen Vergleich zwischen dem Ergebnis der Belastungsprobe und der größten Beanspruchung ziehen zu können, der eine in die Monierwand eingebaute Platte unterworfen ist, wird das größte Biegungsmoment für eine in der Uferschälung durch den Erddruck belastete Platte berechnet. Bei der statischen Berechnung der Uferbekleidung war der Erddruck nach der Formel

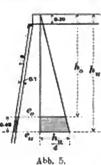


Abb. 5.

$$E = \tfrac{1}{2}\gamma \cdot h^2$$

bestimmt worden, worin $\gamma = 1600$ kg und h in m gleich der Erdhöhe ist einschl. einer 0,3 m hohen, als Verkehrslast anzusehenden Überschüttung (Text-Abb. 5). Der Einheitsdruck auf 1 qcm an der unteren Kante einer Platte beträgt

$$e_u = \frac{h_u}{4} \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}01 \cdot 1600 = 0{,}04\, h_u \text{ kg/qcm},$$

an der oberen Kante entsprechend

$$e_o = 0{,}04\, h_o \text{ kg/qcm}$$

und der gesamte Erddruck auf die 49 cm breite Platte wird bei 190 cm freitragender Länge

$$E_n = 0{,}04 \cdot \frac{h_u + h_o}{2} \cdot 49 \cdot 190 =$$

$$E_n = 0{,}04 \cdot \frac{h_u + h_u - 0{,}49}{2} \cdot 9310 =$$

$$E_n = 372{,}4 \cdot h_u - 91{,}2 \text{ kg}.$$

Hieraus folgt das durch den Erddruck erzeugte, größte Biegungsmoment

$$M_E = \frac{E_n}{2} \cdot \frac{190}{4} = 23{,}75\, E_n \text{ cm}^2\text{kg},$$

$$M_E = 23{,}75\,(372{,}4\, h_u - 91{,}2) = 8844{,}5\, h_u - 2166 \text{ cm}^2\text{kg}.$$

Nach der Verwendung der Platten ergibt sich für den größten Erddruck und das größte Biegungsmoment

Plattenstärke cm	h_u m	E_n kg	M_E cm²kg
7	1,5	467,4	11 100
8	2,0	653,6	15 523
9	2,5	839,8	19 945
10	3,0	1026,0	24 368
11	3,5	1212,2	28 790
12	4,0	1398,4	33 212
12	4,5	1584,6	37 634

Durch Gleichsetzen von M und M_E für die verschiedenen Plattenstärken kann ermittelt werden, bei welcher Belastung im Versuche, d. h. bei welchem Manometerstande die Platte ebenso viel zu tragen hat wie durch die größte in der fertig gebauten Wandfläche etwa zu erwartende Belastung infolge des Erddruckes. — Es war

$$M = \frac{l}{18}(3P + G),$$

$$M = \frac{193{,}5}{18}[3(D - (233 + R + G)) + G],$$

$$M = 10{,}75\,[3\,(314\,n - 233 - R - G) + G],$$

$$M = 10126{,}5\,n - 7514{,}25 - 32{,}25\,R - 21{,}5\,G.$$

Für die verschiedenen Plattenstärken folgt:

Platte 7 cm stark, $G = 155$ kg, $R = 70$ kg; cm²kg

$$M = M_E = 10126{,}5 \cdot n - 7514{,}25 - 32{,}25 \cdot 70 - 21{,}5 \cdot 155 = 11100$$

$$n = \frac{24204{,}25}{10126{,}5} = \text{rd. } 2{,}4 \text{ atm.}$$

Platte 8 cm stark, $G = 168$ kg, $R = 70$ kg; cm²kg

$$M = M_E = 10126{,}5 \cdot n - 7514{,}25 - 32{,}25 \cdot 70 - 21{,}5 \cdot 168 = 15523$$

$$n = \frac{28906{,}75}{10126{,}5} = \text{rd. } 2{,}9 \text{ atm.}$$

Platte 9 cm stark, $G = 188$ kg, $R = 70$ kg; cm²kg

$$M = M_E = 10126{,}5 \cdot n - 7514{,}25 - 32{,}25 \cdot 70 - 21{,}5 \cdot 188 = 19945$$

$$n = \frac{33758{,}75}{10126{,}5} = \text{rd. } 3{,}3 \text{ atm.}$$

Platte 10 cm stark, $G = 213$ kg, $R = 75$ kg; cm²kg

$$M = M_E = 10126{,}5 \cdot n - 7514{,}25 - 32{,}25 \cdot 75 - 21{,}5 \cdot 213 = 24368$$

$$n = \frac{38880{,}50}{10126{,}5} = \text{rd. } 3{,}8 \text{ atm.}$$

Platte 11 cm stark, $G = 230$ kg, $R = 75$ kg; cm²kg

$$M = M_E = 10126{,}5 \cdot n - 7514{,}25 - 32{,}25 \cdot 75 - 21{,}5 \cdot 230 = 28790$$

$$n = \frac{43668{,}00}{10126{,}5} = \text{rd. } 4{,}3 \text{ atm.}$$

Platte 12 cm stark, $G = 257$ kg, $R = 80$ kg; cm²kg

$$M = M_E = 10126{,}5 \cdot n - 7514{,}25 - 32{,}25 \cdot 80 - 21{,}5 \cdot 257 = 37634$$

$$n = \frac{53253{,}75}{10126{,}5} = \text{rd. } 5{,}3 \text{ atm.}$$

Bei den Belastungsversuchen wurden auch die Durchbiegungen der Platten gemessen. Da aber die Auflagerpressungen ebenso wie die Drucke der Belastungen nicht mit genügender Gleichmäßigkeit verteilt waren, zeigten die auf beiden Seiten der Platte bei $C_{1\,u.\,2}$ und $D_{3\,u.\,4}$ (Text-Abb. 4) gemessenen Durchbiegungen so bedeutende Abweichungen, daß ihre weitere, rechnerische Verwertung nicht möglich ist.

Im Verlaufe des Versuches wurde die Belastung allmählich gesteigert in Stufen von ungefähr 0,5 atm Manometerstand. Sobald der Druck bis zur gewünschten Höhe gestiegen war, wurde auf Zuruf des Manometerbeobachters die Durchbiegung auf Papierstreifen eingestochen. Am Druckzylinder war die Dichtungsmanschette unzweckmäßig angebracht, so daß diese nicht genügend dicht hielt, und da beim Einstechen nicht gepumpt werden durfte, so ging der Druck und damit die Belastung der Platte sowie deren Durchbiegung sofort wieder zurück. Aber die Beobachter hielten den Papierstreifen, der mit der Platte in fester Verbindung stand, fest und stachen den erreichten Stand auf ein Blatt Zeichenpapier ein, das an dem Gestell des Zylindermantels befestigt war. Das

Die im ersten Jahre angefertigten Platten hatten nicht die auf S. 611 angegebene Anzahl Eisenstäbe. Nach der statischen Berechnung genügten für die 7 cm dicken Platten sechs Eisenstäbe; bei den 8 und 9 cm starken Platten waren sieben und den 10, 11 und 12 cm starken Platten entsprechend acht, neun und zehn Eisenstäbe von 10 mm Durchmesser erforderlich. Durch die ersten Belastungsversuche war festgestellt worden, daß die 7 cm starken Platten im Verhältnis größere Beanspruchungen aushielten, als die stärkeren, z. B. die 12 cm-Platten. Deshalb wurde die Zahl der Eisenstäbe bei den 9 bis 12 cm starken Platten um einen vermehrt. — Die nachfolgenden Tabellen enthalten die Ergebnisse der Probebelastungen.

1. Versuche, bei denen nach jeder Belastungsstufe wieder entlastet wurde.

Der Bruch trat ein bei einer Belastung von n Atmosphären	7		8		9				10				11				12			
Plattenstärke in cm	7		8		9				10				11				12			
Anzahl der Eisenstäbe von 1 cm Durchmesser	6		7		7		8		8		9		9		10		10		11	
	Last atm	Alter der Platte Tage	Last atm	Alter der Platte Tage	Last atm	Alter der Platte Tage	Last atm	Alter der Platte Tage	Last atm	Alter der Platte Tage	Last atm	Alter der Platte Tage	Last atm	Alter der Platte Tage	Last atm	Alter der Platte Tage	Last atm	Alter der Platte Tage	Last atm	Alter der Platte Tage
Versuch 1	3,1	57	3,1	95	3,6	85	4,1	217	4,2	?	4,6	237	4,0	75	4,7	293	4,4	70	4,9	299
„ 2	2,9	58	2,9	36	3,1	63	4,8	216	3,6	77	4,7	237	4,0	56	4,1	240	4,2	56	5,5	236
„ 3	2,9	238	3,4	275	—	—	4,0	310	4,1	36	3,9	325	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 4	3,5	238	3,5	275	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 5	3,0	340	3,5	300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel . . .	3,1	(186)	2,3	(196)	3,4	74	4,3	248	4,0	?	4,4	266	4,0	66	4,6	267	4,3	63	5,2	268
Der größten Belastung durch den Erddruck entspricht ein Manometerstand	2,4	—	2,9	—	3,3	—	3,3	—	3,8	—	3,8	—	4,3	—	4,3	—	5,3	—	5,3	—

Verfahren war in ähnlicher Weise ausgebildet, wie es bei Belastungsproben von Brücken üblich ist.*)

Die größte Mehrzahl der Platten wurde nach jeder Teilbelastung vollkommen entlastet, da der erreichte Druck während der Beobachtung doch schon wieder gefallen war. Dabei wurde Wasser aus dem Druckzylinder herausgelassen. Die Platten stützten sich infolgedessen nur noch auf Holzleisten, die an den Enden auf die unteren Flansche der Träger Nr. 24 gelegt waren (Text-Abb. 3). Durch diese Holzleisten waren die Platten mit Hilfe von schwach angetriebenen Keilen so hoch gehoben, daß sie an den oberen Trägerflanschen anlagen, ohne jedoch fest eingespannt zu sein. Nach dem Sinken des Druckstempels hingen sie infolge ihres Eigengewichtes nach unten durch; d. h. sie wurden in entgegengesetzter Richtung durchgebogen wie bei der Belastungsprobe. Es trat also ein vollständiger Wechsel der Zug- und Druckspannungen auf der oberen und unteren Plattenseite ein. Naturgemäß wurden sie dabei erheblich ungünstiger beansprucht, als wenn sie während der Messung unter gleichbleibendem Druck gestanden hätten und dieser nach jeder Pause nur weiter gesteigert worden wäre. Dies ist auch bei einigen Platten versucht worden. Aber obgleich die Ablesungen so viel als möglich beschleunigt wurden, konnte doch nicht verhindert werden, daß jedesmal eine geringe Entlastung der Platte infolge der Manschettenundichtigkeit eintrat.

*) Vgl. Roßler, Ergebnisse der Probebelastungen an eisernen Wegebrücken des Dortmund-Ems-Kanals. Zeitschr. f. Bauw. 1898, S. 91.

2. Versuche, bei denen die Belastung allmählich ohne Zwischenentlastung gesteigert wurde.

Der Bruch trat ein bei einer Belastung von n Atmosphären	7		11		12	
Plattenstärke in cm	7		11		12	
Anzahl der Eisenstäbe von 1 cm Durchmesser	6 Die Stäbe waren an den Enden ⌐ hakenförmig umgebogen		10 Stäbe mit geraden Enden		11 Stäbe mit geraden Enden	
	Last atm	Alter der Platte Tage	Last atm	Alter der Platte Tage	Last atm	Alter der Platte Tage
Versuch 1	3,5	331	6,6	240	5,5	240
„ 2	4,0	331	—	—	—	—
„ 3	3,0	332	—	—	—	—
Mittel . . .	3,5	331	6,6	240	5,5	240
Der größten Belastung durch den Erddruck entspricht ein Manometerstand	2,4	—	4,3	—	5,3	—

Aus dem Ergebnis ist zu ersehen, daß die 7 cm starken Platten, deren Stäbe an den Enden hakenförmig umgebogen waren, nur sehr wenig mehr ausgehalten hatten, als diejenigen, in die Stäbe mit geraden Enden einbetoniert worden waren. Dies erklärt sich daraus, daß sie einmal günstiger beansprucht wurden als diejenigen der Tabelle 1 und daß zum andern die Übertragung der Zugfestigkeit des Eisens auf den Beton durch die zwischen beiden Körpern eintretende Verbindung erfolgt und nicht durch den Haken am Ende

des Eisenstabes. Auffällig ist aber in der Tabelle 1, daß die dem Erddruck in der Uferschälung entsprechende Belastung (Manometerstand) nur bei den 7, 8, 9 und 10 cm starken und bei den 11 cm starken Platten mit zehn Eisenstäben kleiner ist als die Bruchbelastung, bei den 11 cm-Platten mit neun Stäben und den 12 cm-Platten dagegen größer. Das dürfte in erster Linie auf die ungünstige Belastungsart der ersten Versuchsreihe zurückzuführen sein; denn in der zweiten Versuchsreihe ist die Bruchbelastung durchweg größer als die durch den Erddruck erzeugte Auflast. Ein weiterer Grund dürfte darin zu suchen sein, daß die Reibungswiderstände im Druckzylinder nicht mit der erforderlichen Genauigkeit in die Rechnung eingeführt werden konnten und daß die Manometer den Druck nicht mathematisch genau anzeigten. (Vgl. auch die Probebelastungen zur Ermittlung der Reibungswiderstände auf S. 613.)

Auch aus der zweiten Versuchsreihe ist eine günstigere Nutzleistung der 7 cm starken Platten, nämlich $\eta_1 = \frac{3,5}{2,4} = 1,46$ gegenüber $\eta_2 = \frac{5,5}{5,3} = 1,04$ bei den 12 cm-Platten ersichtlich. Dieser Umstand erweckte die Vermutung, daß es bei den 12 cm starken Platten günstiger wäre, den verlangten Eisenquerschnitt auf sechs Stäbe zu verteilen als auf elf und die einzelnen Stäbe entsprechend stärker zu machen. Um dies zu prüfen, wurden sechs Platten von 12 cm Stärke angefertigt mit einer Eiseneinlage aus sechs Stäben von je 14 mm Durchmesser. Bei zweien dieser Platten waren die Enden der Stäbe hakenförmig umgebogen. Der Gesamteisenquerschnitt betrug $6 \cdot \frac{1,4^2 \pi}{4} = 9,2$ qcm, während elf Stäbe von 1 cm Durchmesser $11 \cdot \frac{1,0^2 \pi}{4} = 8,7$ qcm, also fast genau ebenso viel Querschnitt haben. Nach etwa 330 Tagen wurden die Platten ohne Zwischenentlastung bis zum Bruch belastet; in der nachfolgenden Tabelle ist das Ergebnis enthalten.

Plattenstärke in cm	12		12	
Anzahl der Eisenstäbe von 14 mm Durchmesser	6 Stäbe mit geraden Enden		6 Stäbe mit ┐-hakenförmig umgebogenen Enden	
Der Bruch trat ein bei einer Belastung von n Atmosphären	Last atm	Alter der Platte Tage	Last atm	Alter der Platte Tage
Versuch 1	5,5	331	6,0	330
„ 2	7,6	331	13,5	331
„ 3	5,8	332	—	—
„ 4	8,0	332	—	—
Mittel . . .	6,7	332	9,8	331
Der größten Belastung durch den Erddruck entspricht ein Manometerstand	5,3	—	5,3	—

Die Platten mit sechs Stäben von je 14 mm Durchmesser waren bedeutend widerstandsfähiger als diejenigen mit elf Stäben von je 10 mm Durchmesser. Die Nutzleistung betrug $\eta_3 = \frac{6,7}{5,3} = 1,26$ bezw. $\eta_4 = \frac{9,8}{5,3} = 1,85$, ist also im Mittel, nämlich $\frac{4 \cdot 1,26 + 2 \cdot 1,85}{6} = 1,46$ derjenigen der 7 cm starken Platten gleich.

Eine Erklärung dieser Beobachtung dürfte darin zu finden sein, daß die Breite des Betonquerschnittes in Höhe der Eiseneinlage bei elf Stäben kleiner ist, als bei den sechs dickeren Stäben. Er beträgt nämlich im ersten Falle nur $49 - 1 \cdot 11 = 38$ cm, im anderen $49 - 6 \cdot 1,4 = 40,6$ cm, bei 1 cm starken Stäben $49 - 6 \cdot 1 = 43$ cm. Da die Festigkeit des Betons größer ist, als die Haftungsfestigkeit zwischen Beton und Eisen, so ist der 43 bezw. 40,6 cm breite Querschnitt widerstandsfähiger, als der von 38 cm Breite, obgleich der Haftungsumfang bei elf Stäben von 1 cm Durchmesser $11 \cdot 3,14 = 34,54$ cm größer ist, als bei sechs Stäben, die bei 1,4 cm Durchmesser nur $6 \cdot 1,4 \cdot 3,14 = 26,4$ cm Umfang haben.

Das Ergebnis der Probebelastung an den 12 cm starken Platten mit sechs Eisenstäben, 1,4 cm stark, würde noch durch weitere Versuche ergänzt worden sein, wenn eine bessere Belastungsvorrichtung zur Verfügung gestanden hätte. Es ist aber dringend zu empfehlen, daß weitere Probebelastungen mit Monierplatten verschiedener Stärke vorgenommen werden, die in Bezug auf die Zahl und die Einzelquerschnitte der Stäbe verschiedene Eiseneinlagen erhalten haben. Dabei dürften kürzere und schmälere Platten als $1,96 \cdot 0,49$ m genügen. Sie müssen aber unbedingt so lang sein, daß die Eisenstäbe auf ausreichende Länge einbetoniert sind, damit sie an den Stellen der größten Biegungsmomente die notwendige Haftungsfestigkeit zwischen Eisen und Beton besitzen. Vor der Belastung muß eine sorgfältige Bearbeitung der Angriffsflächen für alle äußeren Kräfte vorgenommen werden, um eine genaue Verteilung der Beanspruchungen zu erreichen. Da in der Praxis diese Bedingung nur selten erfüllt werden kann, so empfiehlt es sich, solche Versuche in den hierfür eingerichteten Versuchsanstalten auszuführen, wodurch die Ergebnisse eine wissenschaftliche Verwertung gestatten.

Auf kaum einem anderen Gebiete der Baustoffkunde dürfte die Erweiterung der theoretischen Kenntnis mehr erwünscht sein, als auf dem der Eisenbeton-Bauweise. Von Jahr zu Jahr gewinnt sie an Verbreitung, und mit dieser steigt die Menge der in Eisenbeton-Bauwerken angelegten Werte. Diese werden um so vorteilhafter ausgenutzt werden können, je besser die Leistungsfähigkeit der verwendeten Baustoffe bekannt ist.

Haesler, Königl. Wasserbauinspektor.

Schutzbauten an der Helgoländer Düne.

Vom Wasserbauinspektor A. Geiße in Breslau.

(Mit Abbildungen auf Blatt 49 im Atlas.)

(Schluß.)

Ausführung des Entwurfes.

1. Baujahr 1898. Nachdem so genügende Unterlagen für die Ausführungsweise und Kosten gewonnen waren, konnte die Ausführung des Entwurfes ins Werk gesetzt werden. Für das Baujahr 1898 wurde beabsichtigt, den Teil der Düne, der den Sturmangriffen am meisten ausgesetzt war, durch den Ausbau der Grundlagen der Buhnen I bis V zu schützen. Die Buhnen III bis V sollten bis zu ihrer ganzen Länge weitergeführt werden, während die Buhnen I und II nur so weit seewärts ausgebaut werden sollten, daß die Streichlinie der Köpfe der Buhnen II, I und der Probebuhne VIII einen gleichmäßigen Verlauf erhielt. Außerdem sollten mehrere Zwischenwerke, deren Lage vorher nicht bestimmt war, sondern während der Bauzeit nach den jeweiligen örtlichen Verhältnissen festgelegt werden sollten, ausgeführt werden. Für das Jahr 1898 wurden 560000 ℳ bewilligt. Die Arbeiten wurden an die Unternehmer A. und J. Hanken freihändig vergeben. Als Vertragspreise wurden vereinbart: für die Herstellung von 1 cbm Buschpackwerk mit Lieferung der Baustoffe 11 ℳ, für die Herstellung von 1 cbm Senkstück mit Steinabdeckung einschließlich der Lieferung der Baustoffe 19 ℳ; dabei sollten die böschungsartigen Schutzstreifen, die an den Langseiten der im flachen Wasser liegenden Senkstücke anzubringen waren, als Senkstückkörper bezahlt werden.

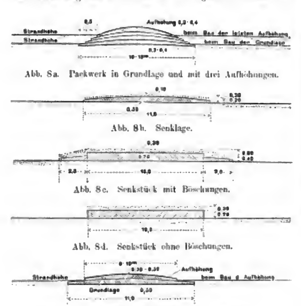


Abb. 8a. Packwerk in Grundlage und mit drei Aufhöhungen.

Abb. 8b. Senklage.

Abb. 8c. Senkstück mit Böschungen.

Abb. 8d. Senkstück ohne Böschungen.

Abb. 8e. Senklage mit Aufhöhung in Packwerk.

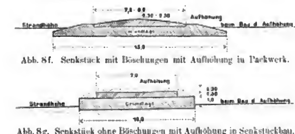


Abb. 8f. Senkstück mit Böschungen mit Aufhöhung in Packwerk.

Abb. 8g. Senkstück ohne Böschungen mit Aufhöhung in Senkstückbau.

Abb. 8h. Senkstück ohne Böschungen mit Aufhöhung in Senkstückbau (halb überdeckend).



Abb. 8i. Senkstück ohne Böschungen mit Aufhöhung in Steinpackung zwischen Pfahlreihen.

Der Bau begann am 16. April 1898 und wurde am 16. September 1898 beendet. Nach dem Vertrage hatten die Unternehmer für die Güte der von ihnen ausgeführten Arbeiten bis zum Ablauf des 60. Tages nach Vollendung der gesamten Jahresleistung Gewähr zu leisten, so daß die Werke am 15. November 1898 übernommen werden konnten. Nacharbeiten waren nicht erforderlich.

Während der Bauausführung zeigte sich, daß einige Abweichungen vom Entwurfe nötig wurden, zum Teil veranlaßt durch mittlerweile eingetretene Änderungen in der Strandgestaltung, zum Teil wegen der Möglichkeit, natürliche Unebenheiten (Klippen) des Seegrundes in das Befestigungswerk einfügen zu können. So waren die Strandteile der unteren Packwerkstrecken der Buhnen III und V durch die Angriffe der Winterstürme so flach geworden, daß der zur Herstellung eines widerstandsfähigen Packwerkkörpers erforderliche Aushub eines Sandkoffers des Wasserandrangs wegen nicht möglich war. Anderseits war es auch nicht angängig, an die Stelle des billigen Packwerkbaues den wesentlich teureren Senkstückbau zu setzen, da hierdurch eine Überschreitung des Anschlages entstanden wäre. Deshalb wurde mit den Unternehmern ein Abkommen getroffen, wonach für diese Strecken ein Mittelding zwischen Packwerk- und Senkstückbau zur Ausführung kam, das als Senklagenbau bezeichnet werden soll. Als Einheitspreis hierfür wurde 15 ℳ für 1 cbm vereinbart. Ein Querschnitt dieser Ausführungsweise ist in Text-Abb. 8b dargestellt.

Ferner zeigte sich bei der Fortsetzung der 1896 ausgeführten Probebuhnen, daß eine langgestreckte Gruppe von Riffrücken (Krid-Brun), die die Buhnenachse unter einem Winkel von 14° kreuzte, sich mit geringen Unterbrechungen bis etwa zur entwurfsmäßigen Streichlinie der Buhnenköpfe hinzog. Diese natürliche Erhöhung des Grundes wurde in die Anlage eingefügt, so daß sich die Länge der für Buhne IV auszuführenden Senkstückstrecke bedeutend ermäßigte. Die dadurch entstandene Ersparnis wurde teils auf die teuerere Ausführung der oben erwähnten Strecken der Buhnen III

und V, teils auf einen weiteren Ausbau der Zwischenwerke verwandt.

Nach den im Winter 1897/98 gemachten Erfahrungen bedurfte der durch die Sturmangriffe stark geschwächte nordwestliche Teil des Vorstrandes eines besonderen Schutzes durch Zwischenwerke. Um die bei Nordweststurm in die offene Bucht des Skit-Gats andringende Sturmbrandung zu schwächen, wurde zwischen den Buhnen III und IV ein Querdamm in Senkstückbau angelegt, der mit einigen Unterbrechungen an der Stelle, wo die Klippen des Olde Höven Bruns den Buhnenkörper ersetzten, eine Länge von 342 m erhielt. Oberhalb der Niedrigwasserlinie wurde außerdem als Stranddeckung ein kleiner Querdamm in Packwerkbau angelegt. Ebenso wurden zwischen den Buhnen II und III zwei Querdämme in Packwerkbau ausgeführt, um die schädliche Wirkung der bei westlichen Stürmen hier herrschenden heftigen Brandung zu mildern. Der untere der Dämme wurde am 3. Dezember 1898 bei schwerem Weststurm größtenteils zerstört unter zweifelloser Einwirkung des Wrackes eines im Mai 1898 gestrandeten Fischkutters, das in der Nähe der Mitte des Dammes lag und hoch über den Strand ragte. Das Wrack wurde erst im März 1899 beseitigt. Die an dem Wrack brechenden Wellen hatten in seiner Umgebung einen tiefen Trichter gebildet, der sich bis zu dem Querdamm ausdehnte und eine Unterwaschung seines seeseitigen Randes verursachte. Ebenso wurde ein im Winter 1898/99 eingetretener starker Rückgang der Niedrigwasserlinie an dieser Stelle auf die Wirkung des Wracks zurückgeführt.

Als weitere Zwischenwerke wurden zwischen den Buhnen IV und V zwei an die Buhnen anschließende spornartige Ausläufer in Senklagenbau hergestellt, die auf dem in Abbruch liegenden nordöstlichen Strande das Ablaufen des Sandes

Es wurden 1898 ausgeführt:

1. Hauptbuhnen.

Bezeichnung der Buhnen	Packwerk			Senklage			Senkstück			Böschungen an den Senkstücken			Gesamtlänge der Werke zu Ende 1898
	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	
I	161	6,50	1047	—	—	—	206	10	2060	115	1,75	201	367
II	—	—	—	—	—	—	137	10	1370	—	—	—	568
III	358	5,50	1973	296	5,60	1668	267	10	2670	48	1,75	84	921
IV	—	—	—	—	—	—	406	10	4060	648	1,75	1135	761
V	122	5,00	616	97	6,40	617	556	10	5560	160	1,75	805	735
	davon 40 m Decklage auf Senklage												
VIII				—	—	—	41	10	410	—	—	—	355
zusammen	641	5,70	3636	393	5,80	2285	1613	10	16130	1271	1,75	2225	3707

Die Kosten betrugen:

	Packwerk	Senklage	Senkstück	Böschungen an den Senkstücken	
Im ganzen . .	40000,00 ℳ	34271,00 ℳ	306170 ℳ	42272,00 ℳ	
Für 1 m Länge.	62,50 „	87,30 „	190 „	33,25 „	
Für 1 cbm . .	11,00 „	15,00 „	19 „	19,00 „	

2. Zwischenwerke.

Lage der Werke zwischen den Buhnen	Gewöhnl. Packwerk			Schraubenpackwerk			Senklage			Senkstück			Böschungen an den Senkstücken			Gesamtlänge der Werke zu Ende 1898
	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	Länge m	Durchschnittl. Querschnitt qm	Gesamtinhalt cbm	
I—II	40	0,83	33	73	1,72	126	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73
	Decklage auf Schraubenpackwerk															
II—III	347	1,62	564	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	347
III—IV	266	1,60	430	—	—	—	—	—	—	442	5,85	2590	556	1,50	834	708
IV—V	—	—	—	—	—	—	212	5,60	1183	—	—	—	—	—	—	212
VII—VIII	40	1,60	64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40
zusammen	653	1,57	1091	73	1,72	126	212	5,60	1183	442	5,85	2590	556	1,50	834	1380

Die Kosten betrugen:

	Gewöhnl. Packwerk	Schraubenpackwerk	Senklage	Senkstück	Böschungen an den Senkstücken	
Im ganzen . .	12001,00 ℳ	1883,00 ℳ	17750 ℳ	49217,00 ℳ	15846,00 ℳ	
Für 1 m Länge.	17,27 „	25,80 „	84 „	111,15 „	28,50 „	
Für 1 cbm . .	11,00 „	15,00 „	15 „	19,00 „	19,00 „	

Kosten der eigentlichen Bauanlage	519739 ℳ
Nebenkosten	19202 „
Gesamtkosten	538941 ℳ
Veranschlagt waren	548680 ℳ

verhindern und bei nördlichen Winden den landwärts geschobenen Sand festhalten sollten.

An der Südseite der Packwerkstrecke der Buhne II wurde noch ein kurzes Packwerkstück in geknickter Grundrißform angelegt, um eine muldenartige Vertiefung im Strande abzuschneiden, die sich durch den Übersturz der Wellen über die Buhne II bei nordwestlichen Stürmen gebildet hatte. Dieses Packwerkstück wurde ohne Zusammenhang mit der hohen Düne und ohne Anschluß an die Hauptbuhne ausgeführt, um es auf das kleinste Maß in der Länge zu beschränken. Es lag deshalb die Gefahr nahe, daß eine geringe Beschädigung eines der beiden Enden eine schnelle Zerstörung des ganzen Stückes zur Folge haben würde. Um dies zu verhüten, wurde der Buschkörper nicht durch einfache Pfahlreihe mit oberen Längsdrähten, sondern mit Schrauben nach Böckingscher Bauweise befestigt. (Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1898 Nr. 39.) Der Preis für 1 cbm dieses Schraubenpackwerks betrug 15 ℳ. Ebenso wurden an den über Niedrigwasser liegenden Stellen der Hauptbuhnen und Zwischenwerke, wo schädliche Vertiefungen durch die überstürzenden Wellen befürchtet wurden, kleinere spornartige Ausläufer in Packwerkbau angelegt.

Um den im Abbruch liegenden südlichen Teil des südwestlichen Vorstrandes wirksamer zu schützen, wurde die Senkstückstrecke der 1897 ausgeführten Probebuhne VIII um 40 m verlängert. Der schlanke Verlauf der Streichlinie der Köpfe der Buhnen III, II, I und VIII wurde hierdurch nicht beeinträchtigt. Eine Zusammenstellung der 1898 ausgeführten Bauten mit ihren Kosten ist in nebenstehender Tabelle gegeben.

Nach der im Herbst 1898 erfolgten Vollendung der für dieses Jahr geplanten Werke trat ungünstige Witterung ein, die durch wenige kurze Ruhepausen unterbrochen bis zum Frühjahr 1899 anhielt. Die Werke konnten daher während dieser Zeit ihre sandsammelnde und strandvergrößernde Wirkung nur in geringem Maße zeigen. Dagegen bot sich um so mehr Gelegenheit, die Werke in ihrer Haltbarkeit und in ihrer Wirkung als Schutzmittel zu beurteilen. Trotz der häufig eintretenden und mit hohen Wasserständen verbundenen heftigen und langandauernden, aus einer Richtung kommenden Sturmangriffe war die hohe Düne, soweit die Wirkung der Werke naturgemäß reichen konnte, unbeschädigt geblieben. Der Vorstrand hatte seine schon während der Bauausführung eingetretene gesunde und gleichmäßige Beschaffenheit behalten. Die auf der ganzen Länge des Südweststrandes vor der Anlage der Werke alljährlich im Winter sich bildenden tiefen Auskolkungen sind, seitdem die Buhnen VIII, I, II und III in ihren Grundlagen fertig gestellt waren, nicht wieder entstanden. An den den Angriffen am meisten ausgesetzten Stellen des Vorstrandes traten bei langandauernden Stürmen allerdings Strandverflachungen ein. Da aber die hier fortgeschwemmten Sandmengen durch die Werke zurückgehalten, nicht in größere Tiefe abfließen konnten, vielmehr gezwungen wurden, sich in der Nähe abzulagern, so konnten bei Eintritt ruhigen Wetters die verlagerten Massen in kurzer Zeit durch die Wellenbewegung wieder strandaufwärts geschoben werden. Nach den in dem sturmreichen Winter 1898/99 gemachten Erfahrungen konnte angenommen werden, daß die Haltbarkeit der Werke den Anforderungen genügt. Durch aufmerksame und sachgemäße Überwachung, und vor allem durch rasche Beseitigung der eben eingetretenen kleineren Beschädigungen unter Anwendung geeigneter Verteidigungsmaßregeln muß nach Möglichkeit größeren Beschädigungen vorgebeugt werden.

2. Baujahr 1899. Für das Jahr 1899 wurde die Ausführung der noch fehlenden Hauptbuhnen VI und VII zunächst nur in ihrer Grundlage geplant, um die Wirkung der Buhnen V und VIII und der als natürliche Buhne dienenden Aade zu verstärken. Ferner wurde eine Aufhöhung der sämtlichen übrigen Buhnen beabsichtigt, soweit es die inzwischen eingetretene Erhöhung des Strandes und Seegrundes und die damit verbundene Versandung der bereits vorhandenen Buhnenkörper zuließ. Außerdem sollte das Nebenwerk der Querdämme zwischen den Hauptbuhnen weiter ausgebaut werden, die, soweit sie bis dahin ausgeführt waren, auch schon während der schlechten Jahreszeit eine gute Wirkung als Wellenbrecher sowohl, als auch als Sandsammler gezeigt hatten.

Zunächst sollte ein Querdamm zwischen den Buhnen II und III in etwa 1 m Tiefe unter Niedrigwasser angelegt werden, der aus Senkstücken von 8 m Breite mit beiderseitigen Böschungen auszuführen war. Dieser sollte als Wellenbrecher den Strandteil decken, der durch die Weststürme des Winters 1898/99, verbunden mit der oben erwähnten schädlichen Wirkung des Wracks stark gelitten hatte. Zugleich sollte dieser Damm auch als Sandsammler in der Niedrigwasserzone das Strandgefälle flacher gestalten, das durch die Wirkung der Buhnen, durch die der Sand stromauf geschoben wird, zeitweise eine für die Sturmangriffe ungünstige steile Beschaffenheit annimmt. Sodann sollte zwischen den Buhnen III und IV ein weiterer Querdamm etwa in der Höhe der Niedrigwasserlinie angelegt werden, der die Wirkung des 1898 zwischen den Buhnen III und IV ausgeführten äußeren Senkstückquerdamms zu unterstützen bestimmt war und eine schnellere Versandung des Skit-Gats herbeiführen sollte. Die Lage dieser Dämme wurde so gewählt, daß sie in ihrer ganzen Länge in annähernd gleicher Tiefe lagen, da bei einer Anlage mit Längengefälle die den Binnenrand entlang fließenden Wassermassen Auswaschungen verursachen würden.

Als weitere Nebenwerke wurde für das Strandfeld zwischen den Buhnen IV und V die Anlage von zwei kurzen radialen Dämmen geplant, da dieser Strandteil bei Stürmen aus nordwestlicher Richtung sehr heftigen Angriffen ausgesetzt ist. Die in das Skit-Gat rollenden Wellen brechen sich nämlich bei den mit Stürmen aus dieser Richtung stets verbundenen hohen Wasserständen an der nordwestlichen Ecke der hohen Düne, laufen am nordöstlichen Dünenrande entlang und greifen das zunächst gelegene Strandfeld an.

Der 1899er Bauabschnitt begann am 17. April und endete am 25. August. Bei der Ausführung der in ihrer Grundlage neu anzulegenden Werke wurden die bisher üblichen Bauweisen beibehalten. Die Aufhöhung der vorhandenen Werke wurde in der Weise vorgenommen, daß auf die Packwerkstrecken eine weitere Lage Packwerk (vergl. Text-Abb. 8a), auf die Senklagen- und Senkstückstrecken, soweit sie in ihrer Oberfläche trocken liefen, eine Packwerklage (vergl. Text-Abb. 8f), auf die Senkstückstrecken, deren Krone bis

Es wurden 1899 ausgeführt:

1. Hauptbuhnen.

Bezeichnung der Buhnen	a) Grundlagen: Packwerk			a) Grundlagen: Senklagen			a) Grundlagen: Senkstücke			a) Grundlagen: Böschungen an den Senkstücken			b) Aufhöhungen: Packwerk auf Packwerk			b) Aufhöhungen: Packwerk auf Packwerk u. Senkstücke			b) Aufhöhungen: Senklage auf Senklage und Senkstücke			b) Aufhöhungen: Senkstück auf Senkstücke			b) Aufhöhungen: Böschungen an den Senkstücken			Länge der Werke zu Ende 1899
	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	
	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m
I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	85,3	1,35	115,16	7,4	2,60	19,24	42,9	5,54	237,64	50,0	5,60	280,00	100,0	0,5	50,00	367
II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	144,2	1,85	266,77	26,8	3,05	81,70	39,5	5,53	218,37	79,3	6,42	508,88	118,1	0,5	59,05	568
III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150,5	1,85	279,10	268,9	3,72	998,99	43,5	5,08	217,86	41,0	5,93	243,18	82,0	0,5	41,00	921
IV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76,7	2,02	155,39	377,7	2,18	822,26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	761
V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72,7	2,20	159,50	233,0	3,53	822,71	25,0	5,10	127,50	44,3	5,60	248,08	88,6	0,5	44,30	735
VI	111,5	5,73	638,50	—	—	—	228,0	10,0	2280,0	141,6	1,75	217,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	338
VII	138,7	5,64	781,71	—	—	—	259,3	10,0	2593,0	107,6	1,75	188,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	398
VIII	—	—	—	—	—	—	40,0	10,0	400,0	—	—	—	59,4	1,55	92,07	45,2	2,76	124,80	40,4	5,36	216,53	48,0	5,60	268,80	96,0	0,5	48,00	396
zusammen	250,2	5,68	1420,21	—	—	—	527,3	10,0	5273,0	249,2	1,75	436,10	588,6	1,81	1067,90	959,0	2,99	2869,70	191,3	5,32	1017,90	262,6	5,90	1548,94	484,7	0,5	242,35	4484

Die Kosten betrugen:

	Packwerk	Senklagen	Senkstücke	Böschungen an den Senkstücken	Packwerk auf Packwerk	Packwerk auf Packwerk u. Senkstücke	Senklage auf Senklage und Senkstücke	Senkstück auf Senkstücke	Böschungen an den Senkstücken	
Im ganzen . .	15 622,31 M	—	100 187,00 M	8 285,90 M	11 716,90 M	13 045,50 M	15 268,50 M	29 429,86 M	3 392,90 M	
Für 1 m Länge	62,48 „	—	190,00 „	33,25 „	19,91 „	44,85 „	79,80 „	112,10 „	7,00 „	
Für 1 cbm . .	11,00 „	—	19,00 „	19,00 „	11,00 „	15,00 „	15,00 „	19,00 „	14,00 „ nur aus Steinen bestehend	

2. Zwischenwerke.

Bezeichnung der Buhnen	a) Grundlagen: Packwerk			a) Grundlagen: Senklagen			a) Grundlagen: Senkstücke			a) Grundlagen: Böschungen an den Senkstücken			b) Aufhöhungen: Packwerk auf Packwerk			b) Aufhöhungen: Packwerk auf Packwerk u. Senkstücke			b) Aufhöhungen: Senklage auf Senklage und Senkstücke			b) Aufhöhungen: Senkstück auf Senkstücke			b) Aufhöhungen: Böschungen an den Senkstücken			Länge der Werke zu Ende 1899
	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	Länge	Durchschn. Querschnitt	Gesamtinhalt	
	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m	qm	cbm	m
zwischen I u. II	282,7	1,50	424,87	113,5	5,97	677,31	48,4	5,64	272,85	71,9	1,50	107,85	57,3	0,99	56,73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	522
II u. III	—	—	—	—	—	—	449,5	5,83	2620,80	899,0	1,74	1562,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	652
III u. IV	—	—	—	360,0	6,27	2257,60	196,6	6,40	1258,24	275,2	1,50	412,80	—	—	—	—	—	—	65,5	3,78	247,13	218,5	6,80	1485,8	437,0	1,5	655,5	1264
IV u. V	136,0	1,89	256,82	185,0	6,22	1150,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	533
V u. VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VI u. VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VII u. VIII	—	—	—	—	—	—	50,0	6,40	320,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90
VIII u. I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
zusammen	418,7	1,63	681,69	658,5	6,20	4085,89	744,5	6,01	4471,89	1246,1	1,67	2083,15	57,3	0,99	56,73	—	—	—	65,5	3,78	247,13	218,5	6,80	1485,8	437,0	1,5	655,5	3061

Die Kosten betrugen:

	Packwerk	Senklagen	Senkstücke	Böschungen an den Senkstücken	Packwerk auf Packwerk	Packwerk auf Packwerk u. Senkstücke	Senklage auf Senklage und Senkstücke	Senkstück auf Senkstücke	Böschungen an den Senkstücken	
Im ganzen . .	7 198,59 M	61 288,35 M	84 965,91 M	39 579,85 M	624,03 M	—	3706,95 M	28 230,20 M	12 454,50 M	
Für 1 m Länge	17,93 „	93,00 „	114 19 „	31,73 „	10,89 „	—	56,70 „	129,20 „	28,50 „	
Für 1 cbm . .	11,00 „	15,00 „	19,00 „	19,00 „	11,00 „	—	15,00 „	19,00 „	19,00 „	

Es wurden 1900 ausgeführt:

1. Hauptbuhnen.

a) Grundlagen

Bezeichnung der Buhnen	Packwerk Länge m	Packwerk Durchschn. Querschnitt qm	Packwerk Gesamtinhalt cbm	Senklagen Länge m	Senklagen Durchschn. Querschnitt qm	Senklagen Gesamtinhalt cbm	Senkstücke Länge m	Senkstücke Durchschn. Querschnitt qm	Senkstücke Gesamtinhalt cbm	Böschungen an den Senkstücken Länge m	Böschungen an den Senkstücken Durchschn. Querschnitt qm	Böschungen an den Senkstücken Gesamtinhalt cbm
I	—	—	—	—	—	—	70	9,00	630,0	—	—	—
II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	—	—	—	—	—	—	50	9,00	450,0	—	—	—
VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VIII	—	—	—	—	—	—	30	9,00	270,0	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	150	9,00	1350,0	—	—	—

b) Aufhöhungen

Bezeichnung der Buhnen	Packwerk auf Packwerk Länge m	Packwerk auf Packwerk Durchschn. Querschnitt qm	Packwerk auf Packwerk Gesamtinhalt cbm	Packwerk auf Senkstücke Länge m	Packwerk auf Senkstücke Durchschn. Querschnitt qm	Packwerk auf Senkstücke Gesamtinhalt cbm	Steinpackung Länge m	Steinpackung Länge der Pfahlreihen m	Steinpackung Länge der Zäune m	Steinpackung Steine cbm	Senkstück auf Senkstücke Länge m	Senkstück auf Senkstücke Durchschn. Querschnitt qm	Senkstück auf Senkstücke Gesamtinhalt cbm	Böschungen an den Senkstücken Länge m	Böschungen an den Senkstücken Durchschn. Querschnitt qm	Böschungen an den Senkstücken Gesamtinhalt cbm
I	40	2.18	87.20	10	2.40	24,0	58,2	116,4	116,4	67,63	72	5,47	393.75	152	0.5	76
II	130	1.65	214.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	—	—	—	—	—	—	75,0	150,0	150,0	96.00	—	—	—	—	—	—
V	110	1,64	180.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	50	1,88	94,00	66	3,45	224,7	—	—	—	—	83	5,60	461.80	174	0.5	87
VII	155	1,95	302.25	40	3,35	134,6	—	—	—	—	97	5,60	543.20	202	0.5	101
VIII	60	1,88	112,80	—	—	—	58,0	116,0	116,0	69,84	87	5,60	487.20	182	0,5	91
	545	1,82	991,15	116	3,30	383.3	191,2	382,4	382,4	233.47	330	5,57	1888.95	710	0.5	335

Die Kosten betrugen:

	Packwerk	Senklagen	Senkstücke	Böschungen an den Senkstücken	Packwerk auf Packwerk	Packwerk auf Senkstücke	Steinpackung	Senkstück auf Senkstücke	Böschungen an den Senkstücken
Im ganzen . .	—	—	25 650,00 ℳ	—	10 902,65 ℳ	5749,50 ℳ	3842,18 ℳ	35 890,05 ℳ	4970 ℳ
Für 1 m Länge	—	—	171.00 „	—	20,01 „	49.48 „	20,10 „	105.87 „	7 „
Für 1 cbm . .	—	—	19,00 „	—	11,00 „	15,00 „	für 1 cbm Steine . 14 ℳ für 1 lfd. m Pfähle 3 „	19,00 „	14 „

2. Zwischenwerke.

a) Grundlagen

Bezeichnung der Buhnen	Packwerk Länge m	Packwerk Durchschn. Querschnitt qm	Packwerk Gesamtinhalt cbm	Senklagen Länge m	Senklagen Durchschn. Querschnitt qm	Senklagen Gesamtinhalt cbm	Senkstücke Länge m	Senkstücke Durchschn. Querschnitt qm	Senkstücke Gesamtinhalt cbm	Böschungen an den Senkstücken Länge m	Böschungen an den Senkstücken Durchschn. Querschnitt qm	Böschungen an den Senkstücken Gesamtinhalt cbm
I—II	—	—	—	—	—	—	356	7,20	2563.2	—	—	—
III—IV	49,00	1,35	66.00	162	5,56	900.75	150	5,60	840,0	60	1.50	90,0
IV—V	—	—	—	77	6.27	482,79	—	—	—	—	—	—
V—VI	—	—	—	—	—	—	390	5,60	2184,0	780	1.38	1072,5
VI—VII	—	—	—	—	—	—	100	6,30	630.0	—	—	—
VII—VIII	36,70	1.32	48,44	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	85,70	1,34	114,44	239	5,79	1383,54	996	6,24	6217.2	840	1,38	1162,5

b) Aufhöhungen

Bezeichnung der Buhnen	Packwerk auf Packwerk Länge m	Packwerk auf Packwerk Durchschn. Querschnitt qm	Packwerk auf Packwerk Gesamtinhalt cbm	Packwerk auf Senkstücke Länge m	Packwerk auf Senkstücke Durchschn. Querschnitt qm	Packwerk auf Senkstücke Gesamtinhalt cbm	Steinpackung Länge m	Steinpackung Länge der Pfahlreihen m	Steinpackung Länge der Zäune m	Steinpackung Steine cbm	Senkstück auf Senkstücke Länge m	Senkstück auf Senkstücke Durchschn. Querschnitt qm	Senkstück auf Senkstücke Gesamtinhalt cbm	Böschungen an den Senkstücken Länge m	Böschungen an den Senkstücken Durchschn. Querschnitt qm	Böschungen an den Senkstücken Gesamtinhalt cbm
I—II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III—IV	—	—	—	—	—	—	78,0	156,0	156,0	89,30	—	—	—	—	—	—
IV—V	—	—	—	—	—	—	212.0	424,0	424,0	254.40	—	—	—	—	—	—
V—VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	128 Lose Schüttsteine*)
VI—VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
VII—VIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	290,0	580,0	580,0	343,70	—	—	—	—	—	128

Die Kosten betrugen:

	Packwerk	Senklagen	Senkstücke	Böschungen an den Senkstücken	Packwerk auf Packwerk	Packwerk auf Senkstücke	Steinpackung	Senkstück auf Senkstücke	Böschungen an den Senkstücken
Im ganzen . .	1258,84 ℳ	2075.31 ℳ	118 126.80 ℳ	16 275.00 ℳ	—	—	5681,80 ℳ	—	1792 ℳ
Für 1 m Länge	14,69 „	86.83 „	118.60 „	19.38 „	—	—	19,59 „	—	—
Für 1 cbm . .	11,00 „	15,00 „	19,00 „	14,00 „	—	—	für 1 cbm Steine . 14 ℳ für 1 lfd. m Pfähle 3 „	—	—

*) 128 cbm lose Schüttsteine wurden zur Schließung einer Lücke im Zuge des Querdamms IV—V verwandt, da sich wegen einer anstehenden Klippe keine andere Konstruktion anbringen ließ.

zu 0,5 m unter Niedrigwasser lag, Senklagen und auf die tiefer liegenden Senkstückstrecken Senkstücke (vgl. Text-Abb. 8g) aufgebracht wurden.

Während der Bauausführung wurde als weitere Abschneidung des als Einfallstor für nordwestliche Stürme anzusehenden Skit-Gats der 1898 zwischen den Buhnen III und IV ausgeführte Senkstückquerdamm in seinem mittleren tieferen Teile durch eine zweite Senkstücklage aufgehöht und etwa von der Mitte der Aufhöhung ausgehend ein Sporn in Senkstückbau angesetzt, der seewärts den Talweg des Skit-Gats verfolgt. Ferner wurde das 1898 an der Südseite der Packwerkstrecke der Buhne II in Schraubenpackwerk ausgeführte kurze Zwischenwerk seewärts bis zur Hauptbuhne II zur Hälfte in Packwerkbau, zur Hälfte in Senklagen- und Senkstückbau verlängert, da durch die über die Buhne II stürzenden Wellen eine Vertiefung vor dem seeseitigen Ende des Zwischenwerkes sich auszubilden begann. Diese Lage der Verlängerung wurde deshalb gewählt, weil die als Badestrand dienende Strandfläche zwischen den Buhnen II und I möglichst wenig eingeschränkt werden durfte. Als weitere Befestigung des Sturzbettes an der Südseite der Buhne II wurden drei Sporne in Packwerkbau an die Buhne II angesetzt, von denen die beiden unteren bis zum Anschluß an das Zwischenwerk geführt wurden. Die Wirkung dieser Anlagen trat sofort ein, indem die seewärts an der Zwischenbuhne liegenden Sandmengen rasch strandauf geschoben wurden und den zwischen Buhne II und der Zwischenbuhne liegenden Strandteil erhöhten. Hierdurch wurde aber das Strandgefälle an der seeseitigen Kante des unteren Teils der Zwischenbuhne steiler, wodurch den aus südwestlicher Richtung andringenden Sturmangriffen eine wirksame Angriffsfläche geboten wurde. Um den Strand wieder gleichmäßiger zu gestalten, wurde deshalb an der Zwischenbuhne ein Sporn in Senklagenbau, etwa parallel zur Niedrigwasserlinie verlaufend angesetzt, dessen Kopf durch ein Packwerkstück mit dem oberhalb liegenden Knickpunkte der Zwischenbuhne verbunden wurde. Der Erfolg dieser Maßregel war der, daß am Ende der Bauzeit dieser Senklagensporn vollständig eingesandet war und die Strandböschung den erwünschten gleichmäßigen Verlauf zeigte.

Die in diesem Baujahre ausgeführten Bauten und ihre Kosten sind in vorstehender Tabelle (S. 627) zusammengestellt.

3. Baujahr 1900. Außer einer durchgreifenden Aufhöhung der 1899 angelegten Buhnen VI und VII und einer zur Erzielung einer gleichmäßigen Kronenlinie erforderlichen Aufhöhung der Buhnen I, II, IV, V und VIII sollte als eine wichtige Ergänzung der Anlagen für das Baujahr 1900 je ein Querdamm zwischen den Buhnen I und II am Weststrande und V und VI am Oststrande angelegt werden. Beide Querdämme sollten aus den oben angeführten Gründen in ihrer ganzen Länge in möglichst gleicher Wassertiefe liegen.

Ferner sollte als weitere Schutzwehr gegen die bei nordwestlichen Stürmen in das Skit-Gat hereinbrechenden See der im Jahre 1899 zwischen den Buhnen III und IV angelegten Senklagenquerdamm aufgehöht werden. Die Badeverwaltung der Helgoländer Gemeinde erhob jedoch gegen diese Aufhöhung Einspruch, weil sie fürchtete, daß hierdurch die Möglichkeit der Landung ihrer Fährboote erschwert werden würde. Es wurde daher von der Aufhöhung Abstand genommen und statt dessen ein radiales Zwischenwerk angelegt, das seeseitig an den Senkstückquerdamm zwischen den Buhnen III und IV ansetzt und nach Land zu etwa dem Talwege des Skit-Gats folgend den Senklagenquerdamm noch um 75 m überschreitet. Durch dieses Zwischenwerk konnten die schweren Seen zwar nicht gebrochen, wohl aber geteilt werden, wodurch gleichfalls eine Schwächung des Angriffs, wenn auch in geringerem Maße als durch eine Aufhöhung des Querdammes erreicht wurde. Schließlich war noch zur Sicherung des Hochwasserstrandes an der Wurzel der Buhne VII die Anlage eines 40 m langen Spornes in Packwerkbau geplant, da sich hier im Winter 1899 schädliche Vertiefungen gebildet hatten. Die Arbeiten wurden am 24. April begonnen und bereits am 2. Juli beendet. Die Ausführung geschah im allgemeinen in der in den Vorjahren erprobten Weise. Nur für die Aufhöhung der Buhnen I, IV und VIII, des zwischen den Klippen liegenden Senkstückquerdamms zwischen den Buhnen III und IV und des Querdamms zwischen den Buhnen IV und V wurde eine neue Aufhöhungsart angewandt, die bereits im Jahre 1899 probeweise in einer Länge von 5 m ausgeführt war. Diese Ausführung befand sich in einer den Angriffen stark ausgesetzten Stelle auf dem Querdamm zwischen Buhne III und IV, in der Nähe der Buhne III, und hatte sich im Winter 1899/1900 gut bewährt.

Die Bauweise war folgende: In 1 m Abstand von der Buhnenachse wurden parallel zu dieser zwei Pfahlreihen mit 20 cm Pfahlabstand geschlagen. Die Pfähle ragten etwa 50 cm über die bestehende Buhnenkrone und waren 50 cm tief eingerammt. In 75 cm Entfernung außerhalb dieser Pfahlreihe wurden ebenfalls parallel hierzu zwei Drahtzäune in derselben Art angelegt, wie sie zum Festlegen der Steindecke auf den Senklagenstrecken ausgeführt wurden (siehe (S. 633) Einzelheiten der Ausführung). Die Zwischenräume zwischen Pfahlreihen und Zäunen wurden mit Steinen ausgepackt, so daß ein Aufhöhungskörper von annähernd trapezförmigem Querschnitt entstand (vergl. Text-Abb. 8i).

Die Witterung im Sommer 1900 war für Helgoland sehr günstig, so daß nicht nur die für dieses Jahr geplanten Bauten sehr rasch vollendet werden konnten, sondern auch die sandsammelnde Wirkung des nunmehr ausgebauten Werkes in günstigster Weise zutage treten konnte. Vor allem zeigte sich dies am Nordoststrande, wo die Querdämme zwischen den Buhnen IV, V und VI die bei südwestlichen bis nordwestlichen Winden aufgewühlten Sandmengen in den Buhnenfeldern rasch zur Ablagerung brachten, während sie in früheren Jahren bei diesen Winden in die größeren Tiefen östlich von Buhne VI geworfen wurden. Der an Buhne VI ansetzende Querdamm zwischen den Buhnen V und VI war kaum $2\frac{1}{2}$ Monate nach seiner Vollendung auf eine Länge von 100 m vollständig versandet, und in dem Felde zwischen den Buhnen V und VI bildete sich innerhalb des Querdamms ein breites flaches Sandriff, so daß hier der trocken fallende Teil des Strandes eine wesentlich flachere Neigung, wie in früheren Jahren zeigte. Um eine ähnliche Verbesserung auch für das Feld zwischen Buhne VI und der wie eine Buhne wirkenden Aade zu erreichen, wurde am Schlusse des Bauabschnittes 1900 an Buhne VI nach Osten zu ein Senkstücksporn von 100 m Länge angesetzt, der allerdings in eine Tiefe von 3 m bei Niedrigwasser gelegt werden mußte,

um den Wellenschlag des an dieser Stelle liegenden Herrenbadestrandes nicht allzusehr zu schwächen. Die Wirkung dieses Spornes kann naturgemäß bei dieser verhältnismäßig tiefen Lage unter Wasser nicht so rasch eintreten. Immerhin ist jedoch zu erwarten, daß auch hier eine günstigere Neigung des Trockenstrandes allmählich entstehen wird. Der in der Nähe der Wurzel der Buhne VII angelegte kurze Packwerksporn zeigte im Herbst 1900 seine Wirkung bei einem Südweststurm, der früher an dieser Stelle eine den Sturmstrand stark gefährdende Brandung erzeugte. Diesmal hatte sich der Strand derart verbessert, daß bei einem bald darauf folgenden viertägigen Sturm aus Südwest, West und Nordwest bei hohen Wasserständen der Sturmstrand und die oberhalb davon angesandete junge Vordüne unbeschädigt blieb.



Abb. 9. Binden eines Senkstückes am Niedrigwasserstrande.

Eine Übersicht der i. J. 1900 ausgeführten Bauten und ihrer Kosten ist in der Tabelle S. 629 gegeben.

Einzelheiten der Ausführung.

1. Baustoffe. Der in Bunden zu liefernde Busch mußte gesunder Laubbusch sein, wobei Busch aus Pappelzweigen ausgeschlossen war. Nadelhölzer wurden für Senkstücke, die stets vom Wasser bedeckt blieben, als zulässig erachtet. Die Bunde mußten eine Länge von mindestens 2,5 m haben, mit drei Bändern aus verzinktem Eisendraht oder aus Weiden-, Hasel- oder Birkenzweigen gebunden sein und an der dicksten Stelle einen Umfang von etwa 90 cm haben. Die Pfähle mußten aus gesundem Stammholz bestehen. Für das Packwerk waren Pfähle aus Eichenholz von 7 bis 11 cm mittlerer Stärke und für die Zäune der Senkstücke Pfähle aus Kiefernholz von 5 bis 10 cm mittlerer Stärke vorgeschrieben. Für die Belastung der Senklagen- und Senkstücke sollte Kohlensandstein aus den Piesberger Brüchen bei Osnabrück oder ein gleich gutes Gestein verwendet werden. Es wurden nur Piesberger Steine geliefert.

Der Draht mußte verzinkt sein und für Packwerk und Senklagenwerk 5 mm, für Senkstückwerk 4 und 3 mm stark sein. Zum Befestigen der Drähte an den Packwerkpfählen waren verzinkte Krampen aus 4 mm Draht vorgeschrieben. Als Luntleinen zum Binden der Senkstücke und Senklagen wurden weichgeschlagene dreikordelige Hanfleinen von 3 cm Umfang verwandt.

2. Arbeit. Für die Packwerkstrecken wurde die beim Bau der Probebuhnen II und VIII angewandte Bauweise beibehalten. Text-Abb. 8a zeigt einen Querschnitt. Die Breite der in den Strand gebetteten Grundlage schwankte, wie oben bereits erwähnt, je nach der Anzahl der aufzubringenden weiteren Lagen zwischen 10 und 12 m. Jede folgende Lage war um 1 m schmäler, als die vorhergehende. Die Randstärken sämtlicher Lagen waren gleich der Stärke eines zusammengepreßten Buschbundes am Stoppelende, d. i. — rund 10 cm. Die Stärke jeder Lage in der Mitte schwankte zwischen 10 und 45 cm. Die Bunde wurden senkrecht zur Buhnenachse so gelegt, daß auf der Oberfläche nur Zopfenden sichtbar wurden, während die Ränder nur Stoppelenden zeigten.

Der Abstand der parallel zur Buhnenachse laufenden Pfahlreihen war im Mittel 60 cm, die Entfernung der Pfähle in der Reihe 40 cm. Die Pfähle wurden so lang genommen, daß sie 10 bis 15 cm über den fertigen Buschkörper ragten und 30 bis 40 cm in den Untergrund griffen. In jeder Pfahlreihe wurden je zwei Drähte von 5 mm Durchmesser so verflochten, daß sie sich zwischen zwei Pfählen einmal kreuzten und die Pfähle zwischen sich hatten. Die Drähte wurden an den Pfählen durch je zwei gegenüberstehende Krampen befestigt. An den den Angriffen besonders ausgesetzten Stellen des Packwerks wurden für die Grundlage an den Rändern statt der Pfahlreihen je zwei Schraubenankerreihen (Bückings Bauweise) angebracht. Die Schrauben standen in der Reihe in 50 cm Entfernung. Vor dem Einlegen des Busches wurde in jeder Schraubenreihe ein 5 mm starker Draht mit den Schraubendrähten verknebelt, um bei etwaigen Unterwaschungen der Packwerkkante ein Fortschlagen der Buschbunde zu verhüten. Nach dem Einlegen des Busches wurde außer einem Längsdraht noch eine Reihe eichener Stangen, die sich an den Enden um etwas mehr als eine Schraubenentfernung überdeckten, mit den Schraubendrähten verknebelt, wobei der Buschkörper möglichst stark zusammengepreßt wurde. Die Schrauben griffen je nach der Beschaffenheit des Untergrundes 1 bis 1,5 m in den Strand.

Für die Senklagen (vgl. Querschnitt in Text-Abb. 8b) wurde der Buschkörper in derselben Weise, wie bei der Herstellung des Packwerks, verlegt. Der untere und obere Drahtrost bestand aus Einzeldrähten von 5 mm Stärke. Die Entfernung der Querdrähte war 60 cm, die der Längsdrähte 50 cm. Sämtliche Luntleinen wurden durch doppelten 3 mm starken Draht verstärkt. Dies geschah, weil die Senklagen in der Zone des stärksten Brandungsschlages liegen und



Abb. 10. Abschleppen eines Senkstückes.



Abb. 11. Senkstück vor der Belastung mit Steinen.

durch Geschiebe zu leiden haben. Die Luntleinen werden hierdurch schnell zerstört und der Buschkörper würde seine Pressung verlieren, wenn die Ersatzdrähte ihn nicht hielten. Die Luntleinen hatten hier nur den Zweck, den Buschkörper möglichst stark zusammenzupressen, was mit Drähten allein umständlich und zeitraubend ist. Die Randstärke betrug bei etwa 50 cm Stärke in der Mitte anfangs wie beim Packwerk 10 cm. Es zeigte sich aber, daß hierbei das Quergefälle zu stark wurde und die Belastungssteine bei starkem Wellenschlage sich nicht hielten. Es wurde deshalb später eine Randstärke von 20 cm genommen und außerdem an den beiden Langseiten ein doppelter Zaun aus Eichenpfählen mit dreifacher Drahtdurchflechtung angebracht. Die Drähte wurden an den Pfählen mit Krampen befestigt; die Pfähle wurden an ihrem in den Buschkörper reichenden Ende mit je vier Drahtstiften widerhakenartig bespickt, um sie gegen Herausschlagen zu sichern. Die Senklagen wurden in Breiten bis 11 m und in Längen bis 20 m hergestellt. Sie wurden nur da verwendet, wo ihre Krone bei Niedrigwasser trocken fiel, da bei der geringen Widerstandsfähigkeit des dünnen Buschkörpers eine sorgfältige und gleichmäßige Abdeckung mit Steinen nötig war, die nur im Trocknen vorgenommen werden konnte.

Die Senklagen wurden entweder bei Niedrigwasser gleich an Ort und Stelle gebunden, oder sie wurden an einer möglichst tiefen Stelle des Niedrigwasserstrandes gebunden und gleich nach dem Flottwerden an Ort und Stelle gewarpt, d. i. an vorausgebrachten Ankern (Warpankern) verholt, oder an höherer Stelle des Niedrigwasserstrandes gebunden und während der darauf folgenden Ebbe an die Versenkstelle gewarpt und mit fallendem Wasser allmählich auf Grund gelassen. Die Stücke wurden in der Weise mit Steinen belastet, daß vorher in der Zeit des Hochwassers die erforderliche Steinmenge in der Nähe der Baustelle über Bord geworfen wurde und die Steine bei Niedrigwasser auf die an Ort und Stelle gebrachte Senklage getragen wurden. Bei sehr ruhigem Wasser wurden die Senklagen auch wie die Senkstücke, zwischen Steinkähnen schwimmend, bei Hochwasser durch allmähliches Bewerfen mit Steinen versenkt. Die Stärke der Belastungsschicht der Senklagen war in der Mitte 10 cm und an den Rändern 30 cm.

Für die Senkstücke wurde der Buschkörper so gepackt, daß die Unter- und Oberfläche nur Zopfenden und die vier Kanten nur Stoppelenden zeigten. In dem von den Randbunden eingefaßten mittleren Felde wurden die unteren Bundlagen parallel zur Längsachse, die oberen Bundlagen senkrecht zur Längsachse des Senkstückes gelegt. Der untere und obere Rost bestand aus gedrehten Doppeldrähten. Die Maschenweite der Drahtroste war für die beiden den Rändern zunächst liegenden Drahtwürste 70 cm, im übrigen 100 cm. Die den Rändern zunächst liegenden zwei Würste wurden aus 4 mm Draht, die übrigen aus abwechselnd 3 und 4 mm Draht gedreht. Das Zusammenpressen des Buschkörpers wurde mit Luntleinen vorgenommen, die die Kreuzungsstellen des unteren mit denen des oberen Rostes verbanden. Die den Rändern zunächst liegenden Luntleinen wurden durch doppelten 3 mm starken Draht verstärkt, um ein Aufschlagen der Kanten nach einer etwaigen frühzeitigen Zerstörung der Luntleinen zu verhüten. Auf der Oberfläche der Senkstücke lief parallel mit den Rändern ein doppelter Buschflechtzaun in 1 m Abstand voneinander und in 40 cm Abstand des äußeren Zaunes vom Rande. Die Höhe des Zaunes über der Buschoberfläche war 40 cm. Der Abstand der Zaunpfähle war 40 cm und die Länge der Pfähle 1 m. Die Flechtzweige wurden durch Eichennägel in den Zaunpfählen niedergehalten. Um ein Auftreiben der Zäune zu verhindern, wurde jeder zweite Pfahl an seinem unteren Ende mit vier Drahtstiften von 10 cm Länge widerhakenartig bespickt.

Die Senkstücke wurden für die Hauptbuhnen in 70 cm Stärke des Buschkörpers, 10 m Breite und bis 60 m Länge, für die Nebenwerke in 50 cm Stärke des Buschkörpers, 7 bis 9 m Breite und bis 50 m Länge (vgl. Querschnitt Text-Abb. 8d) hergestellt. Sie wurden stets am Niedrigwasserstrande gebunden, nach dem Flottwerden durch einen Dampfer an Ort und Stelle geschleppt und bei möglicht stromfreiem Wasser zwischen Steinkähnen versenkt. (Vgl. die Text-Abb. 9 bis 12.) Text-Abb. 9 zeigt das Binden eines Senkstücks am Niedrigwasserstrande. Im Vordergrunde werden Pfähle aus einer auf Strand gesetzten Tjalk gelöscht; auf Text-Abb. 10 ist das Abschleppen des Senkstücks mit Dampfer ersichtlich; Text-Abb. 11 und 12 zeigen das Senkstück zwischen den Steinkähnen vertaut und zwar Text-Abb. 11 vor der Belastung mit Steinen und Text-Abb. 12 im Augenblick des Absenkens, nachdem die Steinbelastung bereits bis etwa $1/_3$ der Gesamtmenge aufgebracht ist. Die Stärke der Belastungsschicht der Senkstücke war 30 cm. Nach der Belastung wurde der Buschkörper um 15 bis 20 vH. weiter zusammengepreßt.

Die beim Versenken der Senkstücke entstehenden Fugen wurden, soweit die Ränder der Fugen trocken liefen durch Einpacken von Busch und Aufbringen von Steinen, im übrigen mit Senkfaschinen von 0,5 bis 0,7 m Stärke und 3 bis 5 m Länge oder mit kleinen in die Fugen passenden Senkstücken gedichtet.



Abb. 12. Senkstück im Augenblick des Absenkens.

Die Böschungen an den Langseiten der in flachem Wasser liegenden Senkstücke wurden in einer Stärke des Buschkörpers von im Mittel 25 cm, einer Breite von 2,5 m und in Stücken bis zu 20 m Länge am Strande gebunden, bei Niedrigwasser ins Wasser getragen, an Ort und Stelle gewarpt und mit Steinen, die vorher bei Hochwasser auf die Senkstücke gelöscht waren, beworfen. Der untere und obere Rost bestand aus Einzeldrähten von 5 mm Stärke und 1 m Maschenweite.

Die Aufhöhung der Packwerkstrecken erfolgte in derselben Weise, wie das Aufbringen einer zweiten und dritten Lage (vgl. den Querschnitt Text-Abb. 8a). — Die Senklagenstrecken und die trocken laufenden Senkstückstrecken wurden durch Packwerk aufgehöht (vgl. den Querschnitt Text-Abb. 8e und 8f). Die auf dem Senklagen- oder Senkstückkörper liegenden Belastungssteine wurden, um das Eindringen der Pfähle des Aufhöhungspackwerks zu ermöglichen, vor dem Aufbringen der Buschlage beseitigt und seitlich ausgesetzt; nach dem Aufbringen des Buschkörpers der Aufhöhung wurde durch sorgfältige Verpackung der Steine eine gleichmäßig gewölbte Oberfläche des Buhnenkörpers hergestellt. An einigen den Angriffen besonders ausgesetzten Stellen, wo bei dem nach der Aufhöhung entstandenen stärkeren Quergefälle des Buschkörpers ein Rutschen der Steindecke zu befürchten war, wurden die Pfähle für zwei bis drei Pfahlreihen so lang gewählt, daß sie nach dem Einrammen etwa 40 cm über den Buschkörper ragten. Diese hochstehenden Köpfe wurden mit 5 mm starkem Draht dreimal durchflochten und die Steine zwischen den Drähten verpackt.

Die Senkstückstrecken, deren Krone nur wenig unter Niedrigwasser lag, wurden durch Aufbringen von Senklagen, im übrigen durch Aufbringen von Senkstücken aufgehöht. Bei der Aufhöhung durch Senkstücke wurden diese an den Stellen, wo die Grundlage noch nicht genügend eingesandet war, in ihrer ganzen Breite auf die Senkstückgrundlage gelegt, wobei die Aufhöhungsenkstücke um 3 m schmäler als die Grundlage genommen wurden, und die seitlichen Kanten der Aufhöhungssenkstücke durch Steinböschungen geschützt wurden (vgl. Querschnitt Text-Abb. 8g). An den Stellen, wo eine mindestens einseitige starke Versandung der Grundlage bereits eingetreten war, wurde das Aufhöhungssenkstück nur etwa in seiner halben Breite auf der Grundlage, im übrigen aber auf den aufgesandeten Grund gelegt (vgl. Text-Abb. 8h). Eine im letzten Baujahre in größerem Umfange ausgeführte Aufhöhungsart in Steinpackung zwischen



Abb. 13. Ansicht der fertigen Buhne IV.
Vom Strande aus gesehen.

Pfahlreihen ohne jede Anwendung von Buschmaterial, die in Text-Abb. 8i im Querschnitt dargestellt ist, ist bereits auf Seite 632 beschrieben. Die Kosten dieser Bauweise betrugen: für 1 m einfache Pfahlreihe 1 ℳ, für 1 m einfachen Zaun 0,50 und für 1 cbm Steinpackung 14 ℳ.

Text-Abb. 13 zeigt eine Ansicht der fertigen Buhne IV, vom Strande aus nach See zu gesehen. Im Vordergrunde ist die bereits aufgehöhte Packwerkstrecke und nach See zu fortsetzend die ebenfalls bereits aufgehöhte Senkstückstrecke mit den hier eingefügten Querstücken (siehe oben) ersichtlich.

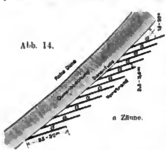
Anlagen zur Festlegung des Flugsandes.

Die Kultur der hohen Düne wurde erst im Herbst 1898 vom Staate in die Hand genommen. Die bis dahin angewandten Mittel, den an die hohe Düne gewehten Sand aufzufangen und festzuhalten, waren wie aus dem Abschnitt „Frühere Mittel zur Erhaltung der Düne" hervorgeht, teils unzureichend, teils waren sie unverstandene Nachahmungen. Auf die eigenartige Lage der Düneninsel war hierbei keine Rücksicht genommen. Bei der in der Richtung der stärksten Winde langgestreckten Gestalt der Düne war die Anlage der parallel zum Dünenfuß verlaufenden Zäune nur an den beiden kurzen nach Nordwest und Südost gerichteten Schmalseiten von einiger Wirkung, während sie an beiden Langseiten durchaus ungeeignet war, wie durch die unbedeutenden Erfolge dieser Anlage erwiesen ist. Die Wirkung dieser Zäune trat erst ein, wenn der sandführende Wind die Zäune unter einem Winkel von 45° traf. Bei flacherer Neigung des Windes wurde der Sand an der Außenseite des äußeren Zaunes entlang geführt und kam nicht zur Ablagerung. Nun war bei der geringen Breite und Höhe des Vorstrandes, bei der ungünstigen Beschaffenheit der Flugfelder, die von zahlreichen Rinnen durchschnitten waren und bei dem stark mit Geröll untermischten Flugmaterial der Sandflug an sich sehr unbedeutend, so daß die Bildung einer kleinen Vordüne geraume Zeit beanspruchte. Hatte sich aber zwischen den Zäunen ein kleiner Sandhügel angesammelt, so wurde er, wenn er nicht der Sturmbrandung zum Opfer fiel, bei dem nächsten in der Richtung der Zäune wehenden Winde nach kurzer Zeit zerstört, bevor seine Festlegung durch Halmpflanzung möglich war. Eine dauernde Vergrößerung der hohen Düne wurde nicht erreicht, da die Anlage es unmöglich machte, daß die Vordüne zum festen Anschluß an die hohe Düne kam. Es blieb stets zwischen der Vordüne und der hohen Düne eine tiefe Mulde, die auch bei starken auflandigen Winden unausgefüllt blieb, da die von der steilen Dünenböschung zurück-

fallenden Windstöße starke Wirbel zwischen dem Dünenfuße und dem inneren Zaune erzeugten, die jede Sandablagerung unmöglich machten.

An den beiden Schmalseiten, wo die parallel zum Dünenfuße verlaufenden Zäune zweckentsprechend waren, konnte eine wesentliche Vergrößerung der Düne ebenfalls nicht eintreten. Das nach Nordwesten der Düne vorgelagerte lange und breite Flugfeld kam für die Ernährung der Düne nicht zur Wirkung, da es bei Nordwestwinden, die für den Sandflug an dieser Stelle allein in Frage kommen, die aber auch zugleich einen hohen Wasserstand erzeugen, wegen seiner tiefen Lage größtenteils vom Wasser bedeckt war. Die der südöstlichen Schmalseite vorgelagerte Aade, die bei den für diese Seite auflandig wehenden Südostwinden allerdings trocken liegt, kann nur zu einem kleinen Teile als Flugfeld gelten, da das Material größtenteils schweres Geröll ist.

Für die beiden Schmalseiten ist nun die Anlage von parallel zum Dünenfuß verlaufenden Zäunen beibehalten. Infolge der inzwischen eingetretenen Aufhöhung des Vorstrandes ist ihre Wirkung auch den Erwartungen entsprechend gewesen.



An den beiden Langseiten dagegen sind, wie Text-Abb. 14 zeigt, etwa 25 bis 30 m lange Zaunenden spornartig im Winkel von 15 bis 20° zum Dünenfuß verlaufend so angelegt, daß die Kronenlinien in einer nach See zu 1 : 10 geneigten Ebene liegen.

Nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen wird der Sand von den seeseitigen Enden auch schon bei sehr flach zur Richtung des Dünenfußes wehenden Winden aufgefangen und in gleichmäßig verlaufender Böschung abgelagert. Die hierdurch entstehende Vordüne kann bei den in Richtung des Strandes wehenden Winden nicht zerstört werden, da ihr durch die Zäune ein genügender Halt gegeben wird. Bei einer Windrichtung, die annähernd in der Längsrichtung der Zaunenden weht, werden die Sandmassen der Vordüne in die durch Zaunenden und Dünenfuß gebildeten Winkel geschoben und vereinigen sich mit der hohen Düne.

Alle Strandflächen, die 4 m und mehr über Niedrigwasser liegen, wurden mit Dünenhalm *(Amophila arenaria)* in Büscheln bepflanzt. Ein unterhalb dieser Grenze liegender Streifen bis 3,5 m über Niedrigwasser wurde, da lebendiger Halm hier nicht gedeiht, mit toten Rethbüscheln besteckt, deren Spitzen ebenfalls in einer nach See zu 1 : 10 geneigten Ebene gekappt wurden. Die seeseitig stehenden Büschel erhielten hierbei eine Höhe über der Strandfläche von etwa 10 cm. Sobald sich die mit Reth besteckten Flächen genügend erhöht hatten, wurden in den Zwischenräumen der Rethbesteckung Halmbüschel gepflanzt.

Auf der hohen Düne wird, soweit der Badebetrieb es erlaubt, eine intensive Halmkultur betrieben, die schon deshalb nötig ist, um einen Nachwuchs für die Bepflanzung des Vorstrandes zu erhalten. Da die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß die Pflanzungen des Vorstrandes innerhalb eines Jahres wiederholt zerstört werden, so ist auf einen starken Halmbestand auf der Düne besonders Bedacht zu nehmen, zumal da die Verwendung fremden Halmes, wie früher gemachte Erfahrungen gezeigt haben, bei der großen klimatischen Verschiedenheit der Helgoländer Düne und der übrigen deutschen Küsten nicht angängig ist.

Die Oberleitung der Ausführung der Werke lag in der Hand des Oberbaudirektors Franzius. Die Bauleitung an Ort und Stelle war in den Jahren 1896 bis 1899 dem Unterzeichneten und im Jahre 1900 dem Kgl. Wasserbauinspektor Rückmann übertragen worden. In den Baujahren 1899 und 1900 war der Regierungsbauführer Franzius den Bauleitenden zur Hilfeleistung beigegeben worden.

Leer i. O., im Herbst 1903.

A. Geiße, Königlicher Wasserbauinspektor.

Das Wasser- und Elektrizitätswerk der Stadt Solingen.

Eine Talsperren- und Wasserkraftanlage.

Vom Wasserbauinspektor Mattern in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 30 bis 34 im Atlas.)

(Schluß.)

XI. Das Kraftwerk mit Pumpenanlage und Elektrizitätswerk.

Das Maschinengebäude. Das Gebäude des Kraftwerkes (Abb. 12 bis 15 Bl. 31) ist am linken Berghange unmittelbar an der Wupper errichtet und auf Lehm- und Kiesboden gegründet. Der Aufbau gliedert sich in drei Geschosse. Das unterste Geschoß enthält die Niederdruckturbinen, welche am Kanaleinlaufe untergebracht sind. Im mittleren Geschoß befinden sich die Hochdruckturbine für Pumpenbetrieb und die Rohrleitungen. Das oberste Geschoß enthält die Hochdruckturbinen für den Elektrizitätsbetrieb, die Pumpen und die Generatoren. In diesem Stockwerk liegen außerdem alle Regulier- und Schaltvorrichtungen für die Handhabung des Maschinen- und elektrischen Betriebes. Jede Abteilung der Turbinenkammern dient im Ober- und Unterwasser dem gleichen Zwecke: in der Abflußrichtung rechts dem Pumpenbetriebe, in der Mitte der Erzeugung elektrischer Energie. Die Räume links sind als Reserveräume für elektrischen Betrieb ausgebaut. Nach der Wupperseite hin ist ein Werkstättenraum und darunter ein

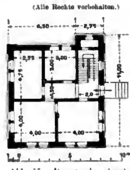


Abb. 15. Dienstwohngebäude für den Maschinenmeister. Grundriß.

Kellerraum zur Lagerung von Schmier- und Brennstoffen angeordnet.

Die Turbinenkammern sind in Stampfbeton ausgeführt. Diese Ausführungsart gestattet in guter Weise für die stark wechselnden Querschnitte der Kanäle sanfte Übergänge zu schaffen, so daß die Reibungswiderstände an den glattgeputzten Wänden möglichst vermindert werden. Die Mischung des Betons ist: 1 Rtl. Zement, $^1/_1$ Rtl. Fettkalkbrei, $^1/_2$ Rtl. Traß, 4 Rtl. Sand, 8 Rtl. Kleinschlag. Unter dem ganzen Gebäude ist eine bis zur wupperseitigen Umfassungsmauer reichende Grundplatte durchgeführt worden, um eine einheitliche Gründungsfläche zu erzielen. Schroffe Wechsel sind in allen Mauerquerschnitten vermieden worden, da eine plötzliche Querschnittsänderung stets eine Gefahr für Risse bildet. Die Turbinenkammern haben eine Lichtweite von je 5 m; sie sind nach dem Korbbogen mit 60 cm Scheitelstärke eingewölbt. Die Gewölbe werden von 1,25 m starken Pfeilern getragen. Der Werkstätten- und Kellerraum liegt zum Teil unter dem Spiegel des Oberwassers. Es ist deswegen in der betreffenden Trennungswand eine Entwässerung aus 40 mm weiten Röhren eingebaut worden, welche in das Unterwasser über Hochwasser ausmündet. In den Brückenpfeilern befinden sich 35 cm breite Dammfalze; durch Herunterlassen von Dammbalken kann zum Zwecke von Ausbesserungsarbeiten jede Turbinenkammer für sich gegen das Außenwasser abgesperrt werden, ohne daß die Nebenkammer in ihrem Betriebe beeinträchtigt wird. Innerhalb dieser Dammfalze liegen hölzerne Zugschützen, die im gewöhnlichen Betriebe ermöglichen, die einzelnen Kammern abzustellen. Sie laufen auf Rollen, um die Reibung zu vermindern.



Abb. 16. Kraftwerk. Oberwasserseite.



Abb. 17. Kraftwerk mit Maschinistenwohngebäude. Unterwasserseite.



Abb. 18. Hauptmaschinenraum des Kraftwerkes.

An dem aus windschiefen Böschungen in Beton hergestellten Einlauf ist in gleicher Weise wie am Wehr Vorsicht getroffen, um Ablagerungen zu beseitigen. Es ist zu diesem Zweck vor dem Rechen eine Vertiefung von 50 cm in der Betonsohle angeordnet. Diese Rinne, in der ein Niederschlag von Sinkstoffen erfolgen kann, mündet nach den Grundablässen der Spülschleuse aus. Durch Ziehen der beiden Schützen dieser Grundablässe entwickelt sich ein lebhafter Strom, der etwaige Verschlammungen durch den 3 m breiten gemauerten Spülkanal der Wupper zutreibt. Der Einlauf zu den Turbinenkammern ist außerdem in der ganzen Breite durch einen eisernen Rechen (Text-Abb. 16) abgeschlossen, um schwimmende und im Wasser treibende Teile von den Turbinen fernzuhalten. Dieser Rechen reicht von der Betonsohle bis zur Höhe der Bedienungsbrücken und besteht aus Flacheisen von $^{10}/_{30}$ mm Stärke. Die Lichtweite beträgt 25 mm. Die Reinigung des Rechens erfolgt auf mechanischem Wege durch eine Vorrichtung, welche mit den Turbinenwellen in Verbindung gesetzt ist und von dort aus angetrieben wird. Alle diese Einrichtungen wirken, wie der Betrieb erwiesen hat, in zufriedenstellender Weise, um den Kanal rein zu halten und die Turbinen vor Schädigungen zu schützen. Der gleiche Übergang mit windschiefen Wandungen wie am Einlauf zum Kraftwerk ist im Unterwasserkanal vorhanden (Text-Abb. 17). Den Abschluß der Betonsohle bildet hier wie im Oberwasser eine 2 m lange Spundwand aus 10 cm starken Bohlen, welche zum Schutze gegen Unterspülen eingebracht ist.

Von der Fußbodenhöhe ab, Ord. + 92,70 N. N., ist das Gebäude als eine einheitliche Halle von 18,12 : 23,50 m Grundfläche und 7,50 m Höhe bis zur Unterkante der eisernen

Dachbinder ausgebildet worden. Die Umfassungsmauern sind in rotem Ziegelrohbau mit Zementkalkmörtel ausgeführt und mit Betonplatten abgedeckt. Zu Einfassungen, Fensterbänken und Treppen hat Basaltlava-Haustein Verwendung gefunden. Der Fußboden des Gebäudes besteht aus gemustertem Terrazzo, der auf den Betongewölben liegt. Die Innenwände sind bis Augenhöhe mit weiß- und blauen Mettlacher Fliesen versehen, darüber ist das Mauerwerk verputzt und hell gestrichen. Die Fenster haben grünes rheinisches Glas, wodurch das Licht im Innern eine leichte Färbung erhält und der Eindruck für das Auge ein angenehmer ist.

Das Dach des Gebäudes besteht aus einer Holzzementeindeckung auf Schwemmsteinkappen und eisernen Bindern. Je zwei Binder sind durch Windverband miteinander verkuppelt und mit Oberlichten versehen. Die Oberfläche der Schwemmsteinkappen, welche sich zwischen eisernen I-Pfetten spannen, ist mit Zementkalkmörtel und Schwemmsteinstücken abgeglichen. Darüber sind zwei Teerpapplagen aufgebracht, die mit heißem Holzzement miteinander verklebt und reichlich damit getränkt sind. Über der Papplage liegt eine 6 cm starke Kieslage. Die Herstellung eines solchen Daches erfordert warmes und möglichst trocknes Wetter. Dabei ist besondere Sorgfalt den Anschlüssen an die Giebelwände zuzuwenden, die am besten durch Bleiplatten, welche in das Mauerwerk eingelassen werden, ihre Abdichtung erhalten. Die Dachrinnen sind auswechselbar angeordnet. Die Regenrohre aus verzinktem Eisenblech sind durch das Dach hindurchgeführt und liegen zum Schutz vor Frostwirkung im Innern des Gebäudes. Die bebaute Fläche des Maschinenhauses beträgt 481 qm.

Um die fortlaufende sachgemäße Überwachung der sämtlichen Maschinen-Einrichtungen des Wasser- und Elektrizitätswerkes und seines Betriebes zu erleichtern, ist in der Nähe des Kraftwerkes am Oberkanal gelegen, ein **Wohnhaus** für den Maschinenmeister errichtet (Text-Abb. 15 u. 17). Dasselbe ist in Ziegelrohbau mit Dachpfanneneindeckung hergestellt und mit Unterkellerung versehen. Die Zwischendecken sind als Massivdecken (Beton bezw. Schwemmsteinkappen) zwischen I-Trägern hergestellt. Die Mauerung wurde in Zementtraßmörtel ausgeführt, um die Austrocknung zu beschleunigen. Die bebaute Fläche beträgt 95 qm.

Die Turbinen (Abb. 12 u. 15 Bl. 31). Der Hauptmaschinenraum des Gebäudes (Text-Abb. 18) ist in eine Ebene verlegt worden. Dadurch ist eine gute Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit der Anlage erreicht. Die Kraftmaschinen sind mit den Arbeitsmaschinen sämtlich unmittelbar gekuppelt, so daß der bei Seil- oder Zahnradübertragung unvermeidliche Wirkungsverlust vermieden wird und der Betrieb ein zentralisierter ist. Von diesem Geschoß des Gebäudes aus können durch einfache Handgriffe sämtliche Maschinen in Gang gesetzt und abgestellt werden.

Die Hochdruckturbinen liegen über Wasser und sind jederzeit gut zugänglich. Die Niederdruckturbinen befinden sich oberhalb des gewöhnlichen Unterwasserspiegels und können daher besichtigt werden, sobald man das Oberwasser mittels der Schützenzüge abstellt und das in den Kammern vorhandene Wasser nach dem Unterwasser hin ablaufen läßt. Nur bei den selten und auf kurze Zeit eintretenden allerhöchsten Wasserständen der Wupper liegen die Turbinen im Unterwasser. Um das Gefälle des Abwassers der Hochdruckturbinen nutzbar zu machen, ist das aus den Hochdruckturbinen strömende Wasser durch eine Rohrleitung in das Oberwasser der Wupper geleitet, von wo aus dasselbe den Niederdruckturbinen zugeführt wird (Abb. 12 Bl. 31). Auf diese Weise wird das Gefälle des Talsperrenwassers bis zum Unterwasserspiegel der Wupper voll ausgenutzt. Durch diese Umleitung ergab sich bei Niedrigwasser der Wupper ein Gewinn von etwa 20 PS, der in solcher Trockenheit besonders wertvoll ist.

Die Niederdruckturbinen für das Wupperwasser sind mit Rücksicht auf die Schwankungen in der Wasserführung der Wupper so eingerichtet, daß sie mit guter Nutzwirkung bei einer stark wechselnden Beaufschlagung arbeiten können. Die Wellen mit den Turbinen und allen sonstigen Belastungen sind durch hochwasserfrei liegende Ringlager aufgenommen, welche in zugänglichen Kammern auf den Betongewölben liegen. Für den Pumpenbetrieb ist eine Francisturbine mit senkrechter Welle (Radialturbine) vorhanden. Die Turbine ist so konstruiert, daß sie bei dem Maximalgefälle von 5 m und $^3/_4$ Beaufschlagung die höchste Ausnutzung liefert. Sie ist bei diesem Gefälle für einen Wasserverbrauch von 9,3 cbm sekundlich berechnet und ihre effektive Leistung an der Welle beträgt dann 465 PS bei 60 Umdrehungen in der Minute. Bei 3,50 m Gefälle ist der Wasserverbrauch 7,8 cbm/sec. Die Turbine ist dabei imstande, das Pumpwerk normal mit 60 Umdrehungen in der Minute zu treiben. Sie entwickelt dann noch 266 PS, womit eine Wassermenge von 300 cbm stündlich gefördert werden kann. Die mittlere Leistung der Turbine beträgt 300 PS.

Für den Dynamobetrieb mußte eine tunlichst hohe Umdrehungszahl erreicht werden. Wegen der erwähnten Anpassung an den jeweiligen Wasserzufluß wurde hier eine Doppelfrancisturbine mit lotrechter Welle gewählt, die im übrigen nach den gleichen Grundsätzen wie die vorbeschriebene gebaut ist. Sie ist berechnet für einen Wasserverbrauch von 7,1 cbm in der Sekunde bei 5 m Gefälle und ergibt damit bei 100 Umdrehungen in der Minute eine effektive Leistung von 355 PS an ihrer Welle gemessen. In normalem Betriebe beansprucht die Turbine bei 5 m Gefälle und 100 Umdrehungen 6 cbm/sec und liefert 300 PS. Ihre geringste Leistung bei 3,50 m Gefälle und 6 cbm Wasserverbrauch beträgt 200 PS bei 71,5 vH. Nutzwirkung. Die Turbine trägt auf der verlängerten Turbinenwelle die Dynamomaschine. Die dritte Niederdruckturbine wird für elektrischen Betrieb mit etwas größerer Leistungsfähigkeit nach Bedarf voraussichtlich demnächst aufgestellt werden, um den größeren Wasserreichtum der Wupper, deren Wasserführung durch den Bau weiterer Talsperren noch besser geregelt werden wird, besonders im Winter, wo der Lichtbedarf ein stärkerer ist, vorteilhafter ausnutzen zu können.

Die Hochdruckturbine für den Pumpenbetrieb ist eine Girardpartialturbine auf senkrechter Welle (Axialturbine), bei welcher die zur Erzielung eines ruhigen und gleichmäßigen Betriebes erforderlichen Massen in das Turbinenlaufrad gelegt sind. Sie ist berechnet für einen Wasserverbrauch von 600 Litern in der Sekunde bei 50 m Gefälle, welches vom mittleren Wasserspiegel des Staubeckens bis zum Kraftwerk zur Verfügung steht, und ergibt damit bei 60 Umdrehungen in der Minute 300 eff. PS an ihrer Welle gemessen.

Für den direkten Dynamobetrieb ist eine Francisturbine mit wagerechter Welle angeordnet, die in ein gußeisernes, im oberen Maschinensaal aufgestelltes Gehäuse eingebaut ist. Die Turbine, welche mit teilweisem Sauggefälle arbeitet, ist berechnet für einen Wasserverbrauch von 600 Litern in der Sekunde bei 50 m Gefälle und ergibt dann bei 750 Um-

Abb. 19. Hochdruckturbine mit Dynamo.



Abb. 20. Dynamo der Niederdruckturbine.

drehungen in der Minute 300 eff. PS. Die Konstruktion der Turbine ist grundsätzlich die gleiche wie bei den Wupperturbinen. Auf der verlängerten Welle der Turbine sitzt die Dynamomaschine (Text-Abb. 19). Die vier Turbinen, welche mit einer mittleren Nutzwirkung von 75 vH. arbeiten, besitzen somit zusammen eine mittlere Leistung von 1200 PS.

Die Regulierung der Dynamoturbinen erfolgt sowohl von Hand wie durch hydraulische Geschwindigkeitsregulatoren, derart, daß die Unterschiede in den Umdrehungen der Maschinen bei 25 vH. Kraftschwankungen nicht mehr als 2 vH. betragen, so daß ein von allen Zuckungen freies Licht erzeugt wird. Der Gang der Pumpenturbinen wird von Hand geregelt.

Die Pumpen. Das Pumpwerk besteht aus vier doppeltwirkenden Plungerpumpenpaaren. Je zwei werden von der Turbinenwelle gemeinsam angetrieben (Abb. 13 Bl. 31 und Text-Abb. 18). Die beiden Pumpengruppen sind symmetrisch zueinander angeordnet. Jede Gruppe ist berechnet für eine stündliche Wasserförderung von 300 cbm bei 60 Umdrehungen der Kurbelwelle in der Minute. Die mittlere Höchstbeanspruchung des Werkes wird eine tägliche Fördermenge von 6000 cbm sein, während die zukünftige Höchstleistung überhaupt zu 10000 cbm am Tage anzunehmen ist. Die Stärken sind für 40 Atm. Probedruck bemessen, soweit die Teile innerhalb der Drucksphäre liegen. Die sonst noch das Wasser leitenden Teile sind auf 20 Atm. geprüft.

Die Pumpenkolben haben 210 mm Durchmesser; der Hub beträgt 700 mm. Abzüglich des Kolbenstangenquerschnittes ergibt sich eine Volumen-Nutzwirkung von 92 vH. Bei einer Nutzwirkung von 75 vH. hat eine in vollem Betriebe befindliche Pumpengruppe für die Förderung von 300 cbm stündlich 266 eff. PS nötig, die, wie oben erwähnt, die Wupper-Turbine in dem ungünstigen Falle bei Hochwasser zu leisten imstande ist. Jede der doppelt wirkenden Pumpen kann leicht ein- und abgestellt werden, so daß man mit jeder Pumpe einzeln oder mit beiden Pumpen zugleich arbeiten kann. Es ist dadurch die Möglichkeit geboten, sich der geringeren Leistung der Turbinen bei nicht voller Beaufschlagung anzupassen. Die Gesamtnutzwirkung der Turbinen und Pumpen im Zusammenarbeiten beträgt $56^1/_4$ vH. Der Gang des Werkes ist ein ruhiger, ohne Stöße und Erschütterungen und ohne Geräusch. Die Bedienung ist eine einfache, und der gleichmäßig sich abspielende reinliche Betrieb läßt nach dieser Richtung hin den Vorzug erkennen, den ein Wasserkraftwerk vor einer Dampfanlage besitzt.

Die Pumpen entnehmen das Wasser entweder aus dem Pumpbrunnen neben dem Maschinengebäude oder mittels des rd. 3 km langen Zuleitungsrohres aus dem Sammelbrunnen im Staudamm des Vorbeckens. In letzterem Falle wirkt das ankommende Wasser bereits mit einem Nutzdruck von 50 bis 55 m auf die Pumpen, so daß nach dem Hochbehälter nur eine mittlere Förderhöhe von etwa 119 m (Abb. 6 Bl. 30) zu überwinden ist. Zu je einer Pumpengruppe gehört ein Windkessel von 800 mm Durchmesser.

Alle Rohrleitungen innerhalb des Geländes sind als Flanschenrohre ausgeführt. Dieselben sind mit den erforderlichen Ventilen und Schiebern ausgerüstet, um den Wasser-

fluß durch die Pumpen in beliebiger Weise leiten und bei Betriebsstörungen alle Teile für sich absperren zu können. Die Saugleitung wie die Steigleitung nach der Stadt haben 400 mm l. W. Die 3730 m lange Steigleitung hat auf jener Strecke, auf welcher der Druck 10 Atmosphären und mehr beträgt, eine größere als die normale Wandstärke. Sie ist außerhalb des Gebäudes aus Muffenröhren hergestellt, deren Bleiabdichtung mit Rücksicht auf den hohen Druck durch Erweiterung der Muffen keilförmig ausgebildet ist. Die letzteren sind mit Rillen zum festeren Anhaften des Bleies versehen. Die Leitung ist dückerartig unter der Wupper durchgeführt. Die geförderte Wassermenge wird durch einen Venturi-Wassermesser festgestellt, welcher in der Steigleitung innerhalb des Gebäudes eingebaut ist. Ein elektrischer Wasserstandsfernmelder zeigt im Maschinengebäude den jeweiligen Wasserstand im Hochbehälter der Stadt bei Krahenhöhe (Abb. 2 Bl. 30) an. Andere Apparate geben die Überlaufhöhe am Wehr sowie den Wasserstand im Hauptbecken an.

Innerhalb des Gebäudes ist ein Laufkran mit Kettenbetrieb von 16 m Spannweite und 10000 kg Tragfähigkeit bei vierfacher Sicherheit zur bequemen Förderung schwerer Maschinenstücke angeordnet.

Das Elektrizitätswerk. Da die Entfernung zwischen der Primärstation bei Glüder und dem Schwerpunkt des Kabelnetzes in der Stadt 6 km beträgt, so erfolgt die Übertragung der elektrischen Arbeit mittels Hochspannung. Die elektrische Energie wird in Form von Drehstrom von 5300 Volt erzeugt und gelangt als solcher in zwei getrennten Netzen mit 220 Volt Gebrauchsspannung für Kraft- und Beleuchtungszwecke zur Verteilung. Wenn zwar anerkannt wurde, daß für die Lichterzeugung die Anwendung von Gleichstrom einige Vorzüge gehabt hätte, so wurde davon doch wegen der vermehrten Bau- und Betriebskosten Abstand genommen. Zu diesem Zweck hätte der hochgespannte Drehstrom der Fernleitung in einer innerhalb der Stadt gelegenen Unterstation in Gleichstrom umgeformt werden müssen. Die dadurch entstehenden Mehrkosten wurden auf 12 bis 15 vH. geschätzt. Überdies wäre der Betrieb dezentralisiert worden. Nach Erfahrungen an anderen Orten versprach die Verwendung von Drehstrom alle billigen Ansprüche an die Güte des Lichtes zu erfüllen, während für den Motorenbetrieb diese Stromart vorteilhafter als der Gleichstrom erschien.

Für die Erzeugung des elektrischen Stromes sind im Kraftwerk zwei Generatoren aufgestellt. Die Drehstrommaschine der Niederdruckturbine (Text-Abb. 20) leistet bei 100 Umdrehungen in der Minute und 5300 Volt Spannung 240 Kilowatt, entsprechend einem Gleichwert von etwa 4400 Glühlampen von 16 Normalkerzen. Der Generator der Hochdruckturbine (Text-Abb. 19) leistet bei 750 Umdrehungen in der Minute 205 K.W., entsprechend einem Gleichwert von etwa 4000 Glühlampen. Die normale Leistungsfähigkeit des Elektrizitätswerkes beträgt somit rund 450 K.W. Zu jeder Maschine gehört ein Erreger. Diese letzteren sind Gleichstrommaschinen, welche bei 1000 Umdrehungen 16 K.W. liefern; sie sind je mit einem Drehstrommotor von 24 eff. PS bei 220 Volt Spannung gekuppelt. Jede Erregermaschine ist für sich imstande, den für beide Generatoren erforderlichen Magnetisierungsstrom abzugeben. Der Wirkungsgrad der Generatoren beträgt 0,90.

Das Maschinengebäude ist elektrisch beleuchtet. Um Gewähr für die Fortdauer dieser Beleuchtung zu haben für den Fall, daß an den Generatoren oder Turbinen Betriebsstörungen eintreten, wird dieselbe durch die Erregermaschinen in Verbindung mit einer kleinen Akkumulatorenbatterie besorgt. Diese Batterie vermag 110 Glühlampen oder deren Gleichwert drei Stunden lang mit Strom zu versehen.

Innerhalb des Gebäudes ist eine Schaltanlage aus Eisen und Marmor angebracht mit allen Einrichtungen für die Bedienung und Sicherheit des Betriebes und mit den erforderlichen Meßinstrumenten zur Feststellung der erzeugten und abgegebenen elektrischen Energie. Die 6 km lange Fernleitung nach der Stadt besteht aus zwei nebeneinander verlegten, voneinander aber unabhängigen Kabeln für 6000 Volt Betriebsspannung von je 3 · 25 qmm Kupferquerschnitt. Jeder Strang ist für sich imstande die gesamte Energie zu übertragen. Diese Anordnung, wie auch die unterirdische Lage der Leitungen zum Schutz gegen Blitzschäden und Sturm geschah im Interesse einer erhöhten Sicherheit des Betriebes. Die Kabel sind in 70 cm tiefe Gräben verlegt, mit einer 10 cm hohen Sandschicht bedeckt und mit hartgebrannten Ziegelsteinen abgedeckt. An Straßenkreuzungen und bei Kreuzungen mit anderen Leitungen liegen die Kabel in gußeisernen Röhren. Zum Schutz gegen das Wupperwasser, das Spuren von Ammoniak, Chlor, Salpeter- und Schwefelsäure enthält, sind die in den Fluß eingebetteten Kabel mit verzinktem Eisendraht bewehrt und in einem zinnhaltigen Bleimantel eingehüllt. Besondere Vorsicht ist auch an dem steilen Berghange durch verstärkte Eisendrahtbekleidung angewandt, um die Stränge gegen Zugbeanspruchungen und Knickungen zu schützen. Ein neben der Fernleitung verlegtes Prüfdrahtkabel ermöglicht, die im Abgabegebiet herrschende Gebrauchsspannung jederzeit abzulesen, wobei durch entsprechende Hebelumschaltung zugleich eine Fernsprechverbindung des Kraftwerks mit den einzelnen Betriebsstellen in der Stadt hergestellt werden kann. Die Fernleitung steht mit dem Hochspannungsverteilungsnetz nur in einem Punkte in Verbindung: in der Hauptspeisestation nahe dem Mittelpunkt der Stadt. Dieses Hochspannungsverteilungsnetz von 3 · 16 qmm Querschnitt ist als Ringleitung ausgeführt worden, so daß jede Transformatorenstation von zwei Seiten gespeist und bei Störung einer Kabelstrecke nicht stromlos wird. Die Ringleitung umfaßt vorläufig nur den inneren, dichter ausgebauten Stadtteil. Die Querschnitte sind jedoch so bemessen, daß auch bei beträchtlicher Vermehrung der Motoren und Steigerung des Lichtverbrauches eine Verlegung weiterer Kabel nicht erforderlich wird.

Die Umsetzung der Hochspannung von 5300 Volt in die Gebrauchsspannung von 220 Volt erfolgt in 13 Umformerstationen. Diese enthalten zwei Umformer, je einen für Kraft und Licht. Es sind Ölumformer von je 20 K.W. Aufnahmefähigkeit. Die Stationen sind teils in städtischen Gebäuden, teils in unterirdischen Schächten oder oberirdischen Säulen untergebracht. Außer dem Hochspannungskabel liegt in den Straßen der Stadt für Kraft- und Lichtzwecke getrennt je eine Niederspannungskabelleitung von 3 · 35 qmm Querschnitt, deren Anschluß an die Niederspannungsseite der Umformer erfolgt ist. Diese doppelte Leitung hat den Zweck, die Beleuchtung möglichst unabhängig vom Motorenbetrieb zu

machen und somit ein gleichmäßiges Licht zu schaffen. Auch hier ist ein reichlicher Kupferquerschnitt gewählt worden, um auf Jahre hinaus für Anschlüsse gesichert zu sein. Jedes Stück der Verteilungsnetze ist zur größeren Betriebssicherheit mit mindestens zwei Umformerstationen in Verbindung gesetzt, so daß, falls eine Station betriebsunfähig werden sollte, es doch möglich ist, den Abnehmern Strom zuzuführen. Die 26 Umformer besitzen eine Aufnahmefähigkeit von 520 K.W., entsprechend etwa 10000 Glühlampen von 16 Normalkerzen oder deren Gleichwert an Bogenlampen und Motoren. Das Hochspannungsnetz mit Fernleitung ist rd. 21800 m, das Niederspannungsverteilungsnetz 40600 m lang. Die Hausanschlußkabel haben gegenwärtig eine Gesamtlänge von 4860 m.

Die Bauausführung. Die Erdarbeiten zur Aushebung der Baugrube des Kraftwerkes begannen im April 1900.



Abb. 21. Betonierung des Kraftwerkes. Einwölbung der Turbinenkammern.

Die mittlere Geländehöhe des Bauplatzes war 87,50 N.N., die Ausgrabung erstreckte sich bis auf 79,75 N.N., so daß der Boden bis zu 8 m gehoben werden mußte. Diese Tiefe auf engem Raum erforderte besondere Maßnahmen. Aus dem Grunde der Baugrube mußten die Massen mittels Bremsberges und Dampfwinde gefördert werden. Der Boden erwies sich als standfest, so daß die Abgrabungen fast lotrecht erfolgen konnten. Unter einer oberen Lehmlage fanden sich Ton, Kies, Gerölle und in der Nähe der Baugrubensohle Felsstücke. Der feste Fels wurde jedoch nicht erreicht. Die Wasserhaltung konnte durch eine Kreiselpumpe, die zeitweise ununterbrochen auch über Nacht arbeiten mußte, bewältigt werden. Die Erdarbeiten nahmen drei Monate, die Betonierung die gleiche Zeit in Anspruch. Die Holzeinschalungen für die Einbringung des Betons waren bei den gewundenen Formen und stark wechselnden Querschnitten der Turbinenkanäle und Gewölbe schwierig und erforderten viel Bretter und eine große Menge Rüsthölzer (Text-Abb. 21). Ihre Zimmerung war zeitraubend. Die Mischung des Betons geschah von Hand. Es wurden rd. 4400 cbm hergestellt.

Bei dem Einbringen des Betons in eine Holz- oder Eisenschalung treten leicht Mißstände auf, die seiner Güte Gefahr bringen. Die Ausführung vollzieht sich in einem großen Baubetriebe mit vielen verschiedenartigen und oft ungeübten Arbeitern oder Gehilfen und unter mancherlei Zufälligkeiten und Widrigkeiten, die eben einem rauhen Arbeitsbetriebe, besonders an abseits gelegener Baustelle anhaften. Unterbrechungen durch Regen, Arbeitseinstellungen oder vorübergehenden Baustoffmangel, Wechsel der Arbeiter, sowie das Herabstürzen des Betons von hochgelegener Förderbahn zur Verwendungsstelle, Nachtarbeit bei mangelhafter Beleuchtung und andere Umstände führen dazu, daß auch bei guter und ständiger Aufsicht nicht immer tadellose Arbeit entsteht. Der Stampfbeton läßt sich hier nicht in so hoher Vollkommenheit herstellen, wie in dem engumgrenzten Rahmen eines Versuches mit geschulten Kräften und bei peinlichster Sorgfalt der Handhabung. Eine leicht eintretende Folge ist die Porigkeit des Betons, besonders an den Wandungen sowie zwischen den wagerecht eingestampften Lagen. Durch welche vorbeugenden Maßnahmen kann solchen schädlichen Einflüssen begegnet werden? Wenn man diesen Gegenstand prüft, so treten zwei weitere Fragen auf und zwar, ob die Verwendung des Betons in erdfeuchtem oder in nassem (plastischem) Zustande empfehlenswerter ist und wie groß sein Mörtelgehalt zu wählen ist. Es soll hier nicht auf die Erörterung eingegangen werden, ob der erdfeuchte oder der plastische Beton größere Festigkeit erlangt. Ein geringes Mehr der einen oder anderen Art hat für die Praxis nicht gerade große Bedeutung, da die in den Bauwerken als zulässig erachteten Beanspruchungen im allgemeinen nur einen geringen Bruchteil der ganzen Widerstandsfähigkeit des Baustoffes bilden. Wesentlicher erscheint die Geschlossenheit des Betons. Ist die letztere vorhanden, so wird damit an sich schon eine höhere Festigkeit erzielt, als bei einer durchlöcherten Masse. Größere Gewähr für einen geschlossenen Beton bietet nun gegenüber allen vorhin erwähnten Zufälligkeiten die feuchte, jedoch noch stampffähige Anmachung, da das Sacken und Insichverdichten eines solchen Gemisches nach dem Schwergewicht etwaige unzureichende Stampfarbeit bei erdfeuchtem Beton ausgleicht. Bei letzterem kann an warmen Sommertagen unter der Einwirkung der Sonne überdies unmittelbare Gefahr dadurch entstehen, daß die Masse nicht die zum Abbinden erforderliche Feuchtigkeit behält. Aus diesen Gründen empfiehlt sich für den praktischen Baubetrieb der plastische Beton mehr als der erdfeuchte. Er trägt den Umständen des wirklichen Bauvorganges besser Rechnung. Noch in anderer Weise und zwar durch reichlichen Gehalt an Mörtel kann man der Porigkeit des Betons steuern. Diese Mörtelmenge muß dann allerdings, besonders bei Steinschlagbeton, wesentlich über das Maß hinausgehen, das die üblichen Formeln verlangen. Die in Solingen verwandten Betonmischungen waren „theoretisch" durchaus dicht und bei der Herstellung von Probebalken für Bruchversuche, die sehr sorgfältig gestampft wurden, zeigten die Bruchflächen auch fast vollkommene Geschlossenheit. Nicht so der Beton der wirklichen Ausführung. Mit geringeren Kosten als mit einem Überfluß an Mörtel wird man im allgemeinen ein dichtes Betonmauerwerk durch einen guten Putzüberzug erreichen, ja es dürfte die von Männern der Praxis vielfach vertretene Ansicht nicht ohne Berechtigung sein, daß es ohne Verputz überhaupt nicht möglich ist, Beton in der üblichen Bauweise wasserdicht herzustellen.

Im übrigen hat sich der Beton, welcher in allen vorbeschriebenen Bauausführungen unter den verschiedensten

Formen, Beanspruchungen und äußeren Einflüssen und in den angegebenen mannigfachen Mischungsverhältnissen so reichliche Verwendung gefunden hat — es wurden im ganzen mehr als 10000 cbm eingebaut —, nach den bisherigen Beobachtungen als zufriedenstellend erwiesen und seine Aufgabe vollkommen erfüllt.

Bis Eintritt des Winters waren die Mauerarbeiten so weit fertig, daß die Aufbringung des Eisenwerks des Daches und die Aufstellung der Maschinen und Rohrleitungen im Innern beginnen konnte. Anfang Juli 1901 war das Kraftwerk betriebsfähig ausgebaut und zum gleichen Zeitpunkt auch das Maschinistenwohngebäude fertiggestellt.

Die Einrichtung des Elektrizitätswerkes, die Aufstellung der Dynamos, Verlegung der Fernkabel und des Verteilungsnetzes in Solingen und die gesamten Installationsarbeiten vollzogen sich in der zweiten Hälfte des Jahres 1902, so daß am 1. Januar 1903 Strom abgegeben werden konnte.

XII. Die Reinigung des Talsperrenwassers für Trinkwasserzwecke.

Die Maßnahmen, welche an den Sengbachtalsperren getroffen sind, um eine gute Beschaffenheit des Trinkwassers allezeit zu sichern, kann man unterscheiden in solche, welche die Reinhaltung des in den Bächen zufließenden und in den Becken gestauten Wassers bezwecken, und in solche Anlagen, die der eigentlichen Reinigung dienen. Zu den ersteren zählt die Fürsorge für die Erhaltung einer guten Beschaffenheit des Niederschlaggebietes.

Das Ideal eines Niederschlagsgebietes für Trinkwasserversorgung würde ein vollständig waldbestandenes Gelände sein, frei von Acker- und Wiesenwirtschaft und von menschlicher Ansiedlung. Aber selbst, wenn eine solche Vollkommenheit irgendwo vorhanden wäre, würde keine Gewähr dafür gegeben sein, diesen Zustand dauernd zu erhalten, es sei denn, daß eine Gemeinde das ganze Niederschlagsgebiet erwirbt. Ein solches Vorgehen verbietet sich meist bei der Größe der in Betracht kommenden Geländefläche und man ist genötigt, sich mit einigen vorsorgenden Mitteln, wie Ankauf eines Schutzstreifens rund um das Becken, Vereinbarungen mit den Grundbesitzern über die Art des landwirtschaftlichen Betriebes im Niederschlagsgebiet u. a. m. zu begnügen. Immerhin möchte für eine Stadt, die ihre Wasserversorgung aus einem Stauweiher bezieht, im Auge zu behalten sein, durch allmähliche Ankäufe für die fernere Zukunft den Gesamtbesitz des Niederschlagsgebietes anzustreben, zumal eine solche Ausgabe nicht als eine verlorene anzusehen ist. Ein zweckmäßig eingerichteter Waldbetrieb wird stets einige Grundrente abwerfen.

In Solingen ist im ganzen Umfange der Becken vom Wasserspiegel ab ein Streifen von 250 m Breite erworben worden. Diese zum größten Teil schon jetzt bewaldete Fläche soll durch weitere Aufforstung noch besser für Waldwirtschaft eingerichtet werden und diesem Betriebe dauernd erhalten bleiben. Ebenso sind die Wiesenflächen oberhalb des Vorbeckens bis zu einer Entfernung von 800 m vom Wasserspiegel des Vorbeckens in einer Größe von 10 ha erworben. Auf diese Weise ist die Sicherheit geschaffen, daß das dem Becken unmittelbar zufließende Wasser durch eine breite bewaldete und bemooste Bodenfläche hindurchgehen muß. Gegen die Verseuchung der die Becken speisenden Bäche ist für die Zukunft dadurch Fürsorge getroffen, daß die Stadt Solingen auf Grund behördlicher Maßnahmen Kenntnis erlangt von jeder beabsichtigten Errichtung einer gewerblichen Anlage im Niederschlagsgebiet der Talsperren oder von Wohnhäusern und sonstigen Anlagen in einer Entfernung von etwa 500 m von der Staugrenze der Becken ab, um, falls notwendig, im Rechts- oder Verwaltungswege oder im Wege der Vereinbarung vorbeugende Maßnahmen treffen zu können.

Um den Zutritt zum Wasser, sowie etwaiges Baden in den Stauweihern zu verhindern, sind dieselben mit einem Stacheldrahtzaun umgeben. Die Anlegung von Wegen an den Becken ist nach Möglichkeit eingeschränkt, um ihre Abgeschlossenheit zu wahren. Aus dem gleichen Grunde sind die Errichtung einer Gastwirtschaft an der Talsperre und alle Anlagen vermieden, welche geeignet sind, Anziehungspunkte für den Verkehr zu bilden.

Zur Fernhaltung von groben Verunreinigungen sind die Bacheinläufe beim Eintritt in das Gebiet der eigentlichen Wassergewinnung teils durch weitmaschige Holzgitter, teils durch Schüttung von Steinschotter versetzt worden. Die beiden Talbecken wurden vor der ersten Anstauung in ihrer ganzen Ausdehnung bis hinauf etwa $^1/_2$ m über dem Wasserspiegel der vollen Weiher abgeräumt und von allen organischen Stoffen befreit (Abb. 1 Bl. 33 u. 34 und Text-Abb. 2, S. 313). Diese Arbeit erfolgte in der Weise, daß an den Hängen die Moos- und Graslage bis auf den Erdboden in 15 cm Stärke entfernt, die Bäume und Sträucher gefällt und ihre Hauptwurzeln mit ihren Ausläufern auf etwa 30 cm Tiefe ausgerodet wurden. In den wiesenbewachsenen Talsohlen wurde die Grasnarbe in 10 bis 15 cm Stärke abgestochen. Das gefällte Holz verwertete man, soweit es sich zu Nutzzwecken eignete; im übrigen wurde dasselbe mit dem Abraum der Hänge verbrannt, während die sorgfältig abgehobene Grasnarbe der Talsohle zum Teil bei Einebnung der Rieselwiesen Verwendung fand.

Ob eine künstliche Reinigung des Talsperrenwassers für den menschlichen Genuß erforderlich ist oder ob dasselbe aus dem Staubecken unmittelbar in Gebrauch genommen werden kann, darüber gehen die Ansichten auseinander, und es scheint, daß die Entscheidung nicht allgemein getroffen werden kann. Unter besonders günstigen örtlichen Verhältnissen hat man bei Wahrung genügender Vorsicht für die Reinhaltung des gestauten Wassers wie bei vielen amerikanischen Anlagen so auch in Deutschland von einer Filterung absehen können, da in tiefen stehenden Gewässern eine Abklärung und Selbstreinigung des Wassers erfolgt, nicht nur von mechanischen Beimengungen, sondern auch von Bakterien und sonstigen Krankheitskeimen. Wo jedoch zur größeren Vorsicht eine Reinigung erwünscht ist, da kann eine Bakterienfilterung oder eine solche leichterer Art (Schönfilterung), welche lediglich äußerliche Trübungen beseitigt, in Frage kommen.

Die Reinigung des Wassers in Solingen geschieht, wie schon in Abschnitt III bemerkt, durch Rieselwiesen oder Sandfilter. Das im Vorbecken liegende Filter (Abb. 1 Bl. 30 und Abb. 5 Bl. 32) ist ein offenes Sandfilter von 2000 qm Oberfläche. Um eine feste und dichte, das Filter gegen Bodenverunreinigungen schützende Umschließung zu erhalten, sind die Sohle und Böschungen des Filterbeckens und

die Krone der Dämme mit einer gestampften Betonlage von 25 cm Stärke versehen, welche mit einem Zementstrich abgeglichen ist (Abb. 4 Bl. 32). Das Filter schließt sich der Talsohle an und fällt von der Dammhöhe + 145 NN. am oberen Ende auf + 144 NN. am Auslauf. In seinem Becken sind Saugdrains aus Ton von 100 mm Lichtweite quer zum Sammelkanal von 400 mm Lichtweite, welcher in der Längsachse des Filters liegt, angeordnet. Das Sammelrohr besteht aus Zementbeton und ist mit Schlitzen versehen. Darüber befindet sich in einer Stärke von 30 cm zunächst gröberes Schottermaterial aus Grauwacke und Tonschiefer, auf welchem dann Kies und obenauf eine Schicht aus sehr feinem Sande von 80 cm liegt. Die Gesamtfüllhöhe beträgt 1,50 m. Das Filter kann bei gefülltem Hauptbecken durch ein entsprechend hochliegendes Rohr trocken gelegt werden, falls der Filterbetrieb dies erfordert; vgl. Abschnitt VI.

Die Rieselwiesen des Vorbeckens, welche 6500 qm Fläche haben, und diejenigen unterhalb der großen Talsperre sind beide grundsätzlich nach gleicher Art ausgebaut und unterscheiden sich nur in einigen Einzelheiten. Es soll daher die nachstehende Beschreibung im allgemeinen auf die Einrichtung der Rieselwiesen unterhalb der großen Talsperre beschränkt werden.

Das aus dem großen Sammelbecken durch die 350 mm weite Rohrleitung entnommene Wasser wird unterhalb der Sperrmauer zunächst einem Springbrunnen zugeführt (Abb. 1 Bl. 30). Durch den aufsteigenden Strahl wird das Wasser mit der atmosphärischen Luft innig in Berührung gebracht, und es wird dadurch an Sauerstoff reicher und schmackhafter und von etwa unzuträglichen Gasen entlüftet. Die Auffrischung mit Sauerstoff bringt zudem etwaigen Eisengehalt zur Fällung. Durch Umschaltung der Rohrleitungen ist die Möglichkeit gegeben, diese Auffrischung auch dem aus dem Vorbecken kommenden Wasser zuteil werden zu lassen. Aus dem Springbrunnen wird das Wasser durch eine 400 mm weite eiserne Rohrleitung auf die Rieselwiesen (Abb. 1 Bl. 30 und Abb. 6 Bl. 32) geleitet. Dieses Rohr verengt sich talabwärts im Verhältnis seiner geringeren Wasserführung bis auf 15 cm Durchmesser. Die Wiesen sind in eine Anzahl Felder von 10 bis 20 a Größe zerlegt, wobei im allgemeinen der Gestaltung des Geländes Rechnung getragen ist; immerhin wurden, um gleichmäßig in etwa 1:25 geneigte Oberflächen der Abteilungen zu schaffen, umfangreiche Regulierungsarbeiten erforderlich. Der Sengbach ist an den Fuß des linken Hanges verlegt worden und seine frühere Verwilderung in ein regelmäßiges, abgepflastertes Bett gebracht, dessen Sohle mit kleinen Kaskaden aus gemauerten Schwellen versehen ist. Die Zuführung des Wassers zu den Wiesen geschieht am Fuß des rechten Berghanges. Während die Wiesen des Vorbeckens offene Zuleitungsgräben haben, sind hier für diesen Zweck eiserne durchlöcherte Rohre vorhanden, welche in Geländehöhe liegen und mit Gerölle überdeckt sind. Das die Oberfläche der Wiesen gleichmäßig überrieselnde Wasser versickert durch die obere Grasnarbe und weiterhin teils in dem natürlich vorhandenen Lehm- und Geröllebóden, teils in den künstlich hergestellten Filtergräben. Die letzteren sind im allgemeinen in der durch die untenstehenden Abbildungen angedeuteten Weise ausgeführt. Text-Abb. 23 zeigt schematisch einen Querschnitt, wie er in den Rieselwiesen des Vorbeckens gestaltet ist, Text-Abb. 22 einen Filtergraben in den unterhalb der großen Sperrmauer gelegenen Wiesen. Die letztere Anordnung ist undurchlässiger, sie bedingt eine längere Rieselung und geringere Filtergeschwindigkeit und läßt daher eine sorgfältigere Reinigung des Wassers erwarten. Die Gräben von 1,5 bezw. 2 m Tiefe liegen in 3 bis 5 m Entfernung. Bei etwa zu reichlicher Berieselung wird das Wasser, soweit es auf der Rasenfläche nicht zur Versickerung gelangt, in jedem Felde durch einen Ableitungsgraben von etwa 0,30 m Tiefe und 0,50 bis 0,80 m Sohlenbreite aufgefangen, der unter Gelände ebenfalls als Filtergraben ausgebildet ist und durch seine Füllung das Wasser den Sammelleitungen zuführt.

Das im Boden versickernde Wasser wird durch Saugdrains aufgefangen, die im allgemeinen 3 m auseinander

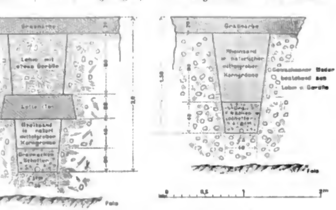


Abb. 22. Abb. 23.

Querschnitte durch die Filtergräben.

liegen, und in die Sammeldrains geleitet, welche aus durchlöcherten Zementrohren von 15 cm l. W. bestehen. Die Saugdrains haben 5 cm Durchmesser und sind stumpf aneinander gelegt. Die kleinen Sammler führen das Wasser in die dem Gefälle der Talsohle folgende gußeiserne Hauptsammelleitung, welche von anfänglich 100 mm l. W. bis zu 350 mm zunimmt. Durch dieses am linken Hange gelegene Rohr gelangt das Wasser zum Sammelschachte (Abb. 6 und 21 Bl. 32) und fließt von hier aus durch ein 400 mm weites, mit Saugkorb versehenes Rohr nach den Pumpen im Kraftwerk. Unmittelbar unterhalb dieses Schachtes ist unter Gelände liegend eine Betonmauer von 50 bis 80 cm Stärke in einem Bogen von 300 m Halbmesser angeordnet, welche bis auf den Fels reicht und zum Auffangen des Grundwassers dient. In diesem durch die Betonabsperrung gebildeten Grundwasserbecken sammelt sich das gerieselte Wasser, soweit es nicht von den Pumpen abgesaugt wird und gelangt durch ein 20 cm weites mit Saugkorb und Schieber versehenes Rohr ebenfalls in den Sammelschacht. Ein Grundablaßrohr aus diesem Schacht durch die Betonmauer ermöglicht, Wasser in die unterhalb gelegenen Nutzwiesen abzulassen. Bei den Rieselwiesen des Vorbeckens besteht dieser Abschlußdamm aus einem Tonkern, welcher, unter Gelände liegend, ebenfalls bis auf den Fels eingebracht ist.

Die Gesamtoberfläche der unteren Rieselwiesen beträgt rd. 20000 qm. Bei einem zeitweilig größten Tagesbedarf von 10000 cbm Trinkwasser berechnet sich die Filtergeschwindigkeit zu $\frac{10000}{20000} = 0{,}50$ m in 24 Stunden. Wie praktisch ausgeführte Versuche ergeben haben, besitzen die Wiesen eine hinreichende Durchlässigkeit, um diese Wassermasse zu rieseln, während in den Wiesen des Vorbeckens die Filtergeschwindigkeit auf 0,8 bis 1 m in 24 Stunden gesteigert werden kann. Die angegebene Höchstleistung war auch für die Bemessung der Rohrweiten und Grabenquerschnitte maßgebend. Die offenen Zuleiter haben ein Gefälle von 0,1:1000 erhalten, so daß das Wasser in nahezu gleichmäßiger Schicht über die beinahe wagerechte Rieselkante überfließt. Die Grabenquerschnitte sind 0,3 m tief und 0,2 bis 0,3 m in der Sohle breit. Die Saugdrains liegen in einem der Neigung der Oberfläche entsprechenden Gefälle. Die lichten Weiten der Sammler und ihre Gefälle sind so bemessen, daß dieselben die erforderliche Wassermenge von $\frac{10000000}{24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 200} = 0{,}58$ l/sec vom Ar mit dem halben Querschnitt abführen, während bei dem eisernen Hauptsammelrohr der volle Querschnitt in Rechnung gestellt ist. Bei den offnen Zuleitungsgräben ist zur Vorsicht angenommen, daß bei der Berieselung im ungünstigsten Falle etwa 25 vH. durch Verdunsten und Versickern verloren gehen, so daß die rechnungsmäßig zugeführte Wassermenge entsprechend größer in Ansatz gebracht ist.

Neben der zweckmäßigen baulichen Anordnung der Reinigungsanlagen für Talsperrenwasser wird man mit Rücksicht auf einen späteren billigen Betrieb solche Einrichtungen in möglichster Einfachheit zu gestalten haben. Man muß sich vergegenwärtigen, daß, wie in Solingen, so überhaupt die Trinkwassergewinnungen durch Staubecken im Gebirge meistens von den Verkehrswegen weit ab liegen. Die Heranschaffung von Ergänzungsmaterialien ist schwierig und kostspielig, wenn die für den Bau hergerichteten Fördermittel wieder beseitigt sind. Bei Sandfiltern wird eine oftmalige Zuführung neuen Filtermaterials erforderlich, und man geht wohl nicht fehl in der Annahme, daß dieser Umstand bei den rheinisch-westfälischen Talsperren zu dem Versuch mit Rieselwiesen geführt hat. Man rechnet bei den letzteren damit, daß eine Erneuerung der Wiesen in absehbarer Zeit nicht nötig werden wird, indem sich bei ihnen durch Pflanzenwuchs und Oxydation eine Selbstreinigung vollzieht.

Als die eigentlich reinigende Schicht der Rieselwiesen gilt die Grasnarbe. Sie überdeckt die verschiedenartige Beschaffenheit der aus dem natürlichen Boden mit den eingesprenkelten Sandschlitzen gebildeten Unterlage mit einem gleichartigen Mantel, in dessen engen Zellen die Verunreinigungen des Wassers sich auffangen. Durch wiederholtes Walzen der Wiesen kann ihre Oberfläche verdichtet und damit, wie der Betrieb in Solingen erwiesen hat, ihre Wirksamkeit erhöht werden. In gleichem Sinne macht der sich ablagernde feine Schlick des Bachwassers seinen Einfluß geltend. Um der Möglichkeit zu begegnen, daß die ungleiche Art des Untergrundes an der Grenze des Lehmbodens und der Sandfüllung Fugen bildet und daß somit in diesen Sickerschlitzen das Wasser, ohne gefiltert zu werden, in die Abzugsrohre gelangt, kann man, wie nach Text-Abb. 22 geschehen, eine Letteabdichtung einbringen.

Die Rieselwiesen entwickeln infolge ihrer ständigen Anfeuchtung einen sehr kräftigen Pflanzenwuchs, der zwar landwirtschaftliche Verwertung finden kann, jedoch tritt diese Nutzung gegenüber dem eigentlichen Zweck der Wiesen naturgemäß durchaus in den Hintergrund und wird nur insoweit zu geschehen haben, als dies die ordnungsmäßige Erhaltung der Anlage bedingt. Weidewirtschaft oder natürliche Düngung ist ausgeschlossen. Die Verwendung von künstlichem Dünger, wie Kainit, Thomasschlacke, Kalk und Salpeter, ist für die Beschaffenheit des zum Stauweiher abfließenden Wassers nicht von gesundheitschädlichem Einfluß. Wo Verpachtung der Wiesen erfolgt, da wird dies nur unter besonderen Bestimmungen zulässig sein. Am besten und gleichmäßigsten dürfte sich der Eigenbetrieb gestalten.

Die dauernde Erhaltung der Gefällverhältnisse in den Zuleitungs- und Verteilungsgräben ist schwierig, wenn dieselben in natürlichem Gelände angelegt sind. Es tritt dann bei der Rieselung leicht eine ungleichmäßige Belastung der Flächen ein. Die dem Einlauf nächstgelegenen Bezirke erhalten zu starke Nässung, während die weiter entfernten Teile trocken liegen. Um diesem Übelstande abzuhelfen, hat man bei neueren Anlagen die Zuleitungsgräben mit gemauerten Böden versehen und die Verteilungsgräben aus halbkreisförmigen Tonschalen hergestellt, wodurch eine genauere Bestimmung und Einhaltung der Gefälle ermöglicht wird, oder die Verteilung des Wassers geschieht mittels durchlöcherter eiserner Rohrleitungen, wie oben beschrieben. Auch kann man das Wasser durch Zerstäubung auf die Wiesen verteilen, wobei eine ausgiebige Durchlüftung eintritt.

Es ist angezweifelt worden, daß die Rieselwiesen im Winter ihren Zweck erfüllen, indem man befürchtet, daß sie einfrieren, undurchlässig werden und versagen. Diese Befürchtung wird durch die Erfahrung widerlegt. Auch die Solinger Rieselwiesen oberhalb des Vorbeckens haben in dem nun dreijährigen Betriebe schon mehrere Zeiten scharfen Frostes überstanden, ohne daß eine Verminderung ihrer Leistungsfähigkeit beobachtet worden wäre. Auf den Wiesen bildet sich infolge ihrer dauernden Wasserspeisung zwar teilweise eine Eisdecke, aber dieses Eis hat eine hohle Lage, es ist sogenanntes Blaseneis. Darunter rieselt das Wasser und dringt in den Boden, dessen Poren offen bleiben. Dazu kommt, daß der Gehalt des Untergrundes an Wasser im Winter größer ist als in anderer Jahreszeit, wodurch eine etwa eintretende geringfügige Verminderung der Rieselfähigkeit vollkommen ausgeglichen wird. Bei den Wiesen des Vorbeckens findet eine Berieselung mit unmittelbar zufließendem, daher stark abgekühltem Bachwasser statt. Günstiger gestalten sich die Dinge, wenn das Wasser einem großen Sammelbecken entnommen wird, dessen Temperatur nicht unter 7 bis 8° herabzugehen pflegt.

Die bisherigen Erfahrungen mit der Reinigung des Talsperrenwassers für Trinkwasserzwecke durch Rieselwiesen, sowohl die aus dem praktischen Betriebe wie die aus den Untersuchungen gewonnenen, gelten als günstige.

Nachstehend sind einige Ergebnisse der seit Inbetriebnahme der Solinger Talsperrenanlage fortlaufend ausgeführten Untersuchungen zusammengestellt.

1. Ergebnisse der chemischen und bakteriologischen Untersuchungen; ausgeführt in einem chemischen Bureau in Köln a. Rh.

Die Untersuchung erfolgt monatlich einmal. Die Proben werden aus der Wasserleitung entnommen. Die Angaben sind das Mittel aus 12 Proben.

23 Bakterien in 1 ccm,	
Gesamttrockenrückstand von 1 Liter	0,1100 g,
Organische Substanz in 2 Liter . .	0,0628 „
Chlor in 1 Liter	0,0706 „
Chlornatrium in 1 Liter	0,1164 „
Kalk (CaO) in 1 Liter	0,0400 „
Kalk ($CaCO_3$) in 1 Liter	0,0713 „
Gesamthärte	1,25 °.

Ammoniak: fehlt, Salpetrige Säure: fehlt, Salpetersäure: Spuren.

hohen Kosten einer solchen Anlage auf ihre baldige wirtschaftliche Verwertung hindrängen. Doch muß die Vorsicht, welche gerade bei der ersten Anstauung zu beobachten ist, voreiligem Tun Grenzen ziehen.

Nicht ohne Einfluß ist hierbei die Jahreszeit der Fertigstellung der Sperrmauer. Oft wird der Bau im Spätherbst beendet, oder die Restarbeiten ziehen sich gar bis in den Winter hinein. In solchem Falle wird es sehr erwünscht sein, alsbald zu stauen, um das wasserreiche Winterhalbjahr und besonders die Frühjahrsschneeschmelze für die Füllung auszunutzen. Man kann dann meist erwarten, im April mit vollem Becken in den wasserarmen Sommer einzutreten. Verzögert sich jedoch die Inbetriebnahme der Talsperre bis in das nächste Frühjahr, so handelt es sich nicht nur um die



Abb. 24. Die große Talsperre bei Beginn der ersten Anstauung.

Hinausschiebung der Nutzbarkeit des Beckens um einige Monate, sondern es geht leicht ein ganzes Jahr verloren. Denn der Sommer bringt wohl nur ganz ausnahmsweise so viel Wasser, um das Becken vollzustauen.

2. Bakteriologische Wasseruntersuchung auf dem Bureau des Wasserwerks in Solingen.

Seit November 1903 wird das Wasser der Bacheinläufe und Sammelbecken wöchentlich einmal untersucht; die Keimzahl bewegte sich beim Bachwasser zwischen 10 bis 1600; beim Oberflächenwasser des großen Stauweihers zwischen 5 bis 800; an der Sohle desselben von 2 bis 50; im Vorbecken von 5 bis 300 in 1 ccm nach 48 Stunden.

Das Leitungswasser wurde täglich untersucht; die durchschnittliche Keimzahl betrug etwa 30 Keime in 1 ccm nach 48 Stunden.

Die Temperatur des Wassers an der Sohle des großen Staubeckens betrug + 7° C. bis + 8° C., gemessen in der Zeit vom 1. September bis 1. November 1903.

XIII. Die erste Anstauung der großen Talsperre.

Von Bedeutung ist die Frage, wann mit der Füllung eines fertigen Sammelbeckens begonnen werden kann, da die

Wenn unter gewöhnlichen Verhältnissen über die Festigkeit des im Bau verwendeten Mörtels Aufschluß durch fortlaufende Untersuchungen gewonnen werden kann, so können diese Ergebnisse nicht mehr maßgebend sein, wenn sich die Ausführung und erste Erhärtung des Mauerwerks unter ungünstigen Umständen in rauher Jahreszeit vollzieht. Es ist eine bekannte Erscheinung, daß Mauerteile, welche in naßkalter Zeit hergestellt werden oder im Wasser lagern, verhältnismäßig langsam abbinden. Darum ist es für die Entscheidung der vorliegenden Frage bei einer im Spätherbst fertig gewordenen Talsperre gut, das Verhalten des Mörtels in dem dieser Jahreszeit angepaßten Zustande der Erhärtung zu erforschen. Ermittlungen dieser Art wurden für die Solinger Talsperre angestellt, deren Anstauung zum frühesten

Zeitpunkt, den die Sicherheitsrücksichten zuließen, in Aussicht genommen war.

Gegen Ende September 1902, als sich die Mauerarbeiten ihrem Schluß zuneigten, wurden in der Wiese unterhalb der großen Sperrmauer drei Probemauerklötze in Traßmörtel, in gleicher Mischung wie im Bau selbst, hergestellt. Zwei der Probekörper standen unter Geländehöhe, zum Teil im Grundwasser und wurden einige Tage nach dem Aufmauern um 20 bezw. 80 cm mit Erde überschüttet. Der dritte Mauerklotz, deren jeder einen Würfel von 80 cm Seitenlänge bildete, stand frei in Geländehöhe. Aus dem gleichen Mörtel wurden Probekörper für Zerreißversuche in der üblichen Weise geformt. Diese Zerreißkörper wurden zum Teil in kleinen hölzernen, in den Wänden durchlöcherten Kästen neben den Mauerklötzen in 0,60 bezw. 1,20 m Tiefe mit in der Erde vergraben, während eine weitere Versuchsreihe von Zerreißkörpern auf dem Baubureau nach einigen Tagen Lufterhärtung unter Wasser liegend aufbewahrt wurde. Ebenso wurden Ende Oktober 1902 Probestücke aus Zement-Traßmörtel von der Zusammensetzung 2 Traßmörtel (1 K. + $1^1/_2$ Tr. + $1^3/_4$ S.) und ein Zementmörtel (1 : 3) hergestellt. Zwei solche Mauerklötze mit Zerreißkörpern wurden, wie vorbeschrieben, in der Erde gelagert. Der dritte Mauerkörper stand frei, weitere Zerreißkörper wurden im Zimmer unter Wasser aufbewahrt. Im Frühjahr 1903 fand die Untersuchung auf die Erhärtung statt. Der Winter hatte mehrere Frostzeiten von 10 bis 15° C. im November, Dezember und Januar gebracht. Februar und März waren verhältnismäßig gelind. Die Mauerkörper erwiesen sich beim Aufbruch als durchaus gut abgebunden und fest. Das Zementtraßmörtelmauerwerk zeigte, obwohl jünger, der äußeren Wahrnehmung nach eine größere Festigkeit als das reine Traßmörtelmauerwerk. Der Frost hatte auf die freistehenden Klötze nur wenig Einfluß ausgeübt. Die Zerreißversuche der geformten Proben hatten folgendes Ergebnis:

Zugfestigkeit im Mittel aus 10 Versuchen in kg/qcm.

Mischungsverhältnis	Aufbewahrung		
	in der Erde im Grundwasser	in feuchter Erde	unter Wasser über Winter im ungeheizten Zimmer
Traßmörtel (1 K. + $1^1/_2$ Tr. + $1^3/_4$ S.) 25 Wochen alt	12,5	11,9	15,3
Zementtraßmörtel (2 Traßmörtel + 1 Zementmörtel) 21 Wochen alt	19,0	17,7	20,0

Diese Versuche tun erneut dar, daß reiner Traßmörtel bei starker Feuchtigkeit und in kühler Witterung — unbeschadet späterhin wachsender Festigkeit — langsamer erhärtet als bei einem Zusatz von Zement. Wo es also unter solchen Umständen auf schnellere Erhärtung ankommt, wird es sich empfehlen, dem Traßmörtel etwas Zement beizumischen. Dies geschah darum auch beim Mauerwerk der Talsperre im Sengbachtale in den oberen $6^1/_2$ m, und der dort verwandte Zementtraßmörtel hatte das oben angegebene Mischungsverhältnis. Aber auch ohne einen solchen Zusatz war die Festigkeit des in der Erde über Winter erhärteten Traßmörtels mit i. M. $\frac{12,5 + 11,9}{2} = 12,2$ kg/qcm eine solche, daß die Vollstauung des Talbeckens im Zeitpunkt der Untersuchung der Mauerkörper, also nach $5^1/_2$ Monaten Erhärtung, selbst wenn reiner Traßmörtel im oberen Teile der Sperrmauer verwendet worden wäre, unbedenklich hätte geschehen können. Denn die Druckfestigkeit kann man hiernach zu etwa $12,2 \cdot 7 = \sim 85$ kg/qcm annehmen, während die überhaupt größte Beanspruchung in der Mauer 8 bzw. 10 kg/qcm beträgt und nach oben hin wesentlich geringer ist. Der Beginn der Stauung hätte bald nach Beendigung der Mauerarbeiten erfolgen können, da bei der ersten Anstauung zunächst die älteren unteren Mauerteile in Anspruch genommen werden und die Füllung sich über mehrere Monate hinzuziehen pflegt.

Obwohl die letzten Mauerarbeiten der Solinger Talsperre zu Anfang November 1902 beendet wurden, so daß im Januar des Jahres 1903, nachdem die Erdschüttung an der Wasserseite in fast ununterbrochenem Tag- und Nachtbetrieb gefördert worden war, das Becken staufähig fertig und die Absperrung zu diesem Zeitpunkt in Aussicht genommen war, verzögerte sich infolge äußerer Umstände die Inbetriebsetzung bis gegen das Frühjahr hin. Ende März 1903 wurden die Absperrschieber geschlossen. Den Zustand bei Beginn der ersten Anstauung zeigt Text-Abb. 24. Ungewöhnlich reiche Niederschläge begünstigten die erste Füllung. In einem Zeitraume von zwei Monaten gelangten bis Ende Mai annähernd 2 Mill. cbm zur Aufspeicherung und trotz des reichlichen Wasserverbrauchs in der Stadt stieg der Wasserstand im Becken dauernd. Im September füllte sich der Stauweiher, voll und die Kaskade lief am 29. September 1903 zum ersten Male über. Dieses Sammelbecken bietet somit die gewiß ungewöhnliche Erscheinung, daß seine erste Füllung in die Sommerzeit fällt. Abb. 1 Bl. 33 zeigt das Becken mit einer Füllung von etwa 2 Mill. cbm. Dieses Bild und in weit erhöhtem Maße der Anblick in der freien Natur wird bei jedermann die Bedenken zerstreuen, daß die Stauweiher den landschaftlichen Reiz unserer Gebirgstäler zerstören oder beeinträchtigen könnten. Es scheint gerade im Gegenteil, daß die Wasserfläche dieser künstlich hergerichteten Bergseen ein wechselvolles Bild schafft, das man sonst im Gebirge meist entbehrt und das in vorteilhafter Weise noch verstärkt wird, wenn in sehr wasserreicher Zeit die Kaskade überläuft.

Die Sperrmauer zeigte sich von Anfang an gut dicht. Einige feuchte Stellen, die zuerst an der Luftseite erschienen, verloren sich späterhin. Wenn etwa unter dem hohen Druck bis zu 43 m ein geringes, äußerlich nicht erkennbares Durchschwitzen von Wasser stattfindet, so geschieht dies demnach in so geringem Maße, daß die Verdunstung auf der Mauerfläche den Gehalt an austretender Feuchtigkeit überwiegt. Den gleichen Anblick der Trockenheit bot die Mauer auch in der Frostzeit des ersten Winters 1903/04, den sie unter vollem Wasserdruck zu bestehen hatte.

Das gestaute Wasser hatte dank der ausgiebigen Ausräumung der organischen Stoffe aus dem Talbecken von Anbeginn eine klare Farbe, so daß der unmittelbaren Nutzbarkeit dieser ersten Anstauung nichts entgegen gestanden hätte. Jedoch erfolgte im Sommer 1903, da ein reichlicher Wasserzufluß in den Bächen stattfand und die Rieselwiesen unter-

halb der großen Sperrmauer erst in dieser Zeit hergerichtet wurden, die Wasserversorgung von Solingen noch wie in den Vorjahren aus den oberen Rieselwiesen und dem Vorbecken. Der große Weiher und die zugehörigen Rieselwiesen sind für die Trinkwasserversorgung erst im Frühjahr 1904 in Betieb genommen worden, während die Hochdruckturbinen des Kraftwerkes bereits während des Winters 1903/04 tüchtig aus dem Sammelbecken gespeist wurden.

XIV. Der Betrieb der Talsperren.

Die Solinger Talsperrenanlage unterliegt einer dauernden Überwachung, und zahlreiche Beobachtungen werden fortlaufend angestellt, um weitere Kenntnis über den Wasserhaushalt im Sengbachtale zu erlangen und Erfahrungen für den Wasserwerkbetrieb und den Betrieb der Talsperren zu sammeln. Es werden gemessen: die Regenhöhen im Niederschlagsgebiet und die Dauer der Regenfälle, die Zuflußmengen zu den Becken, die im Stauweiher verdunsteten Wassermengen, die Fördermengen zur Versorgung der Stadt, die Wassermengen für den Betrieb der Hochdruckturbinen und die über den Überlauf der Talsperren abfließenden Mengen. Dies geschieht zum großen Teil an selbstaufzeichnenden Apparaten. Hierdurch wird es ermöglicht werden, die Wasserabgabe getrennt nach ihren verschiedenen Zwecken zu ermitteln, einen Überblick über die im Betriebe verloren gehenden Wassermengen zu erhalten und den Anteil der durch das Sammelbecken nutzbar gemachten Wassermengen zu erkennen.

Wöchentlich werden Beobachtungen über die wagerechte Bewegung der großen Talsperre gemacht, sowie in weiteren Zeitabschnitten ebensolche Messungen am Staudamm des Vorbeckens. Die Höhe des Wasserstandes im Becken, sowie die Temperatur der Luft und des Wassers im Becken 2 m unter Wasserspiegel werden täglich festgestellt, der Zustand der Witterung täglich vermerkt und in kürzeren Zeitabschnitten die Ergiebigkeit der in den Rohren abgefangenen und in den Stollen mündenden Quellen, sowie der Entwässerungsanlage im Innern der Mauer gemessen.

Die Stauweiheranlage ist täglich vom Maschinenmeister des Kraftwerkes oder dem Talsperrenwärter zu besichtigen. Gleichzeitig ist eine dauernde Beaufsichtigung seitens der städtischen Betriebsverwaltung vorgesehen, und zweimal im Jahre findet eine Besichtigung seitens der städtischen Behörde in Gemeinschaft mit der staatlichen Aufsichtsbehörde statt. Alle diese Maßnahmen sollen einen sicheren baulichen Zustand der Mauer und ihrer Betriebseinrichtungen gewährleisten. Eine von der staatlichen Aufsichtsbehörde erlassene Dienstanweisung regelt diese Art der dauernden Beaufsichtigung, über deren Ergebnisse Aufzeichnungen aufzubewahren sind, und trifft Vorsorge für die im Falle außergewöhnlicher, die Sicherheit der Anlage bedrohender Vorkommnisse zu treffenden Anordnungen.

Chemische und bakteriologische Untersuchungen des Wassers im Becken, sowie nach unmittelbarer Entnahme aus dem Betriebe und Wärmemessungen für die Beurteilung der Güte des Wassers werden regelmäßig gemacht und aufgezeichnet, und es ist deren Ergebnis in Abschnitt XII mitgeteilt.

Einige der wesentlichen Messungen an der Sperrmauer seien nachstehend besprochen.

Bewegungsmessungen. Die für die vorerwähnte Beobachtung der Bewegungen der Mauerkronen unter dem wechselnden Einfluß der Wärme, Sonnenbescheinung und des Wasserdrucks der gestauten Becken für beide Talsperren gemeinsame Meßvorrichtung hat folgende Teile: 1. Die unverrückbar festen Punkte außerhalb der Mauern, welche durch massive Pfeilerbauten auf sicherem Untergrunde geschaffen sind, und die Pfeiler, welche auf den Mauern selbst stehen. 2. Ein Nivellierinstrument mit Fernrohr von 40facher Vergrößerung und 43,5 cm Brennweite. Das Fernrohr ist mit einer Kippschraube versehen, die seine lotrechte Auf- und Abwärtsbewegung innerhalb enger Grenzen gestattet. Beim Messen findet dieses Instrument auf einem der festen Landpfeiler Platz. 3. Eine feste Zieltafel; sie steht auf dem zweiten Landpfeiler. 4. Eine verstellbare Zieltafel. Diese wird auf den kleinen Pfeilern auf der Mauerkrone aufgestellt. Auf dem Betonkern des Staudammes ist nur ein Pfeiler aufgebaut; an der großen Sperrmauer sind jedoch zwei Geländersteine entsprechend ausgearbeitet. Die Mittelpfeiler sind um etwa die Höhe der Zieltafel niedriger gehalten, um durch Heben und Senken des Fernrohres mittels der Kippschraube von einer Aufstellung aus, ohne die mittlere Zieltafel zu entfernen, die Ablesungen zu gewinnen.*)

Durch die Landpfeiler ist eine Richtungslinie dauernd festgelegt (Abb. 2 Bl. 31 und Abb. 5 Bl. 32). Veränderungen in der Lage der Mittelpfeiler und damit die Bewegungen der Mauer kann man an der verstellbaren Zieltafel verfolgen, die von einem Pfeiler auf den andern auswechselbar ist. Vorzüglich genaue Arbeit der Instrumente ist die Vorbedingung für ihre Brauchbarkeit, da die zu messenden Bewegungen sehr klein sind. Ist diese, sowie ein klares Lichtfeld im Fernrohr vorhanden, so kann die beschriebene Meßeinrichtung für ihren Zweck als sehr geeignet bezeichnet werden. Die Ablesungen erreichen die Genauigkeit von etwa halben Millimetern.

Die unten in Tabelle 1 mitgeteilten Ergebnisse der Beobachtungen am Staudamm des Vorbeckens, die über mehr als zwei Jahre fortgesetzt sind, lassen bereits eine Regelmäßigkeit der Bewegung über Winter und Sommer erkennen. Im Zeitpunkt, als die Grundstellung des Betonkerns festgelegt wurde (September 1901), hatte der Beton und das ihn umgebende Erdreich etwa die Temperatur wie bei der Herstellung des Dammes, d. h. eine mittlere Sommerwärme. Gegen diese Grundstellung neigte sich die Mauer zunächst wohl ein wenig unter dem Druck des sich stauenden Beckens und dann hauptsächlich infolge der Abkühlung im Winter 1901/02 um 7 mm zu Tal, um sich dann im darauffolgenden Sommer wiederum bis fast an die Ursprungsstellung bergwärts zu heben. Der Winter 1902/03 brachte abermals bis zu 6,5 mm Talwärtsbewegung, und der Sommer 1903 führte den Betonkern auf seine Grundstellung zurück. Der Winter 1903/04 zeigte wiederum eine allerdings nicht so starke Talwärtsbewegung. In letzterem Winter, und zwar von Ende September 1903 ab, lag der Damm auf beiden Seiten fast bis zu seiner Krone im Wasser, und es dürfte sich aus den dadurch veränderten Druckverhältnissen und vielleicht auch anderen Wärmezuständen im Damminneren die geringere Durchbiegung er-

*) Die Anlage entspricht im allgemeinen der im Zentralblatt der Bauverwaltung 1900 S. 583 beschriebenen Vorrichtung.

klären. Die Bewegungen von 1901 bis 1903 fanden bei stets gleichem Wasserdruck statt; das Becken war seit Herbst 1901 ständig gefüllt und die Kaskade lief meist über. Die Bewegungen sind also lediglich eine Folge der wechselnden Wärme.

Die Messungen an der großen Talsperre (Tabelle 2) erstrecken sich erst über wenig mehr als Jahresfrist. Bemerkenswert ist, daß sie vor Beginn der Einstauung des Beckens ihren Anfang genommen haben, so daß die späteren Einflüsse des Betriebes genau erkennbar sind. Beide nächst den Entnahmetürmen belegenen Geländepfeiler, deren Lage aus Abb. 2 Bl. 31 ersichtlich ist, zeigen zuerst unter dem Wasserdruck des sich füllenden Beckens eine Bewegung talwärts. Während der Monate Juli und August ist dann eine leichte Neigung aufwärts zu bemerken. Von Ende August vollzieht sich dann bei zunehmender Vollfüllung des Beckens eine

1. Ergebnisse der Messungen der Bewegung des Betonkerns im Staudamm des Vorbeckens.

Zeit der Messung		Wärme		Stauhöhe über NN.	Stauinhalt	Stand des Betonkerns gegen die Grundstellung	
Monat	Jahr	der Luft °C	des Wassers an der Oberfläche °C.		cbm	zu Tal mm	zu Berg mm
Sept.	1901	+ 20	+ 20	+ 146	—	Grundstellung	
10. 10.	1901	+ 12	+ 11	+ 148	100000	2,0	—
18. 10.	1901	+ 16	+ 12	+ 148	100000	1,5	—
5. 2.	1902	+ 1	+ 2	+ 148	100000	7,0	—
8. 4.	1902	+ 9	+ 9	+ 148	100000	7,0	—
23. 8.	1902	+ 21	+ 20	+ 148	100000	0,5	—
22. 10.	1902	+ 11	+ 11	+ 148	100000	1,5	—
30. 12.	1902	+ 3	+ 5	+ 148	100000	6,5	—
21. 4.	1903	+ 10	+ 7	+ 148	100000	6,5	—
4. 7.	1903	+ 18	+ 23	+ 148	100000	2,0	—
24. 8	1903	+ 20	+ 17	+ 148	100000	1,5	—
25. 9.	1903	+ 19	+ 16	+ 148	100000	0	
11. 11.	1903	+ 8	+ 8	+ 148	100000	2,0	—
18. 2.	1904	+ 3	+ 3	+ 148	100000	4,0	—
13. 4.	1904	+ 14	+ 6	+ 148	100000	4,0	—

Bemerkungen. Die Grundstellung ist derjenige Stand des Betonkerns, welchen derselbe im September 1901 vor Vollfüllung inne hatte. — Die Kaskade lief in der ganzen Beobachtungszeit mit kleinen Unterbrechungen, zeitweise bis 30 cm Strahldicke, über.

2. Ergebnisse der Messungen der Bewegung der Mauerkrone an der großen Talsperre.

Zeit der Messung		Wärme		Stauhöhe über NN.	Stauinhalt	Linker Geländerpfeiler		Rechter Geländerpfeiler	
						Stand der Mauer gegen die Grundstellung			
Monat	Jahr	der Luft °C.	des Wassers an der Oberfläche °C.		Mill. cbm	zu Tal mm	zu Berg mm	zu Tal mm	zu Berg mm
Januar	1903	+ 3,0	—	—	—	Grundstellung		Grundstellung	
Febr.	1903	+ 8,0	—	+ 116,0	—	2,0	—	2,0	—
1. Apr.	1903	+ 10,5	—	+ 118,0	—	0		0,5	—
21. Apr.	1903	+ 12,5	+ 8,0	+ 132,0	0,8	1,5	—	2,0	—
Mai	1903	+ 22,0	+ 17,0	+ 141,0	1,8	5,0	—	4,0	—
Juni	1903	+ 20,0	+ 17,5	+ 141,0	1,8	3,0	—	2,5	—
Juli	1903	+ 18,0	+ 19,0	+ 140,0	1,7	2,5	—	1,0	—
August	1903	+ 18,0	+ 17,5	+ 143,0	2,2	3,0	—	2,5	—
Septbr.	1903	+ 15,0	+ 17,0	+ 145,6	2,7	6,5	—	6,0	—
Oktbr.	1903	+ 13,0	+ 14,0	+ 147,0	3,0	8,0	—	8,0	—
Dezbr.	1903	+ 2,0	+ 5,0	+ 147,0	3,0	12,0	—	11,5	—
Januar	1904	— 0,5	+ 0,5	+ 146,5	2,9	15,0	—	14,0	—
18. Fbr.	1904	+ 3,0	+ 3,0	+ 147,0	3,0	14,0	—	14,5	—
16. Mrz.	1904	+ 2,0	+ 3,0	+ 147,0	3,0	15,0	—	15,5	—
13. Apr.	1904	+ 14,0	+ 6,0	+ 147,0	3,0	13,5	—	14,5	—

Bemerkungen. Die Grundstellung ist derjenige Stand, welchen die Sperrmauer im Januar 1903 vor Beginn der Anstauung inne hatte. — Die Zahlen geben im allgemeinen das monatliche Mittel aus zwei bis fünf Beobachtungen an. Der Überfall lief von Oktober 1903 ab zeitweise bis 15 cm Strahldicke über.

dauernde Talwärtsbewegung, die im Winter 1903/04 bis zu 15 bezw. 15,5 mm gegen die Grundstellung beträgt. Das Sammelbecken war anfangs Oktober über den ganzen Winter mit einer verschwindenden Absenkung im Januar vollgefüllt. Die in dieser Zeit beobachtete Bewegung ist daher nur der abnehmenden Wärme gegen den Winter hin zuzuschreiben. Gegen das Frühjahr 1904 ist eine leichte Neigung bergwärts zu bemerken.

Wärmemessungen. Um Unterlagen für die weitere Erkenntnis über die Bewegungsvorgänge, sowie über die sonstigen Einflüsse der äußeren Temperaturen auf das Mauermassiv zu erhalten, wurden einige Zeit hindurch Wärmemessungen im Innern der Mauer ausgeführt. Dies geschah in drei 50 mm weiten, dem Entwässerungsnetz der Mauer angehörenden Rohren, die um 1,50 m hinter der wasserseitigen Außenfläche liegen und bis zur Fahrbahn hochgeführt sind. In diesen Rohren wurde das Thermometer an einem dünnen Draht bis zur gewünschten Tiefe hinabgelassen und schnell heraufgezogen, nachdem es darin genügend lange gehangen hatte, um die Mauerwärme anzunehmen.

Wenn diese Wärmemessungen, deren Ergebnis nachstehende Tabelle 3 bringt, sich auch nur über einen kurzen Zeitraum erstreckt haben, so lassen sie doch immerhin erkennen, daß das Mauerinnere weit geringeren Schwankungen unterworfen ist, wie die Außenluft. Die Wärme hat im Innern des unteren Mauerteiles im Jahre 1903 nur um etwa 4 bis 5° C. geschwankt, während in gleicher Zeit der Wechsel in der Luft bis fast 20° betragen hat. Gegen die Mauerkrone hin sind diese Wärmeschwankungen in der Mauer allerdings stärker und betragen etwa 6°. Die Einwirkungen des äußeren starken Wärmewechsels auf das Mauerwerk kommen also im wesentlichen nur an den Außenflächen zur Geltung. Dieser Umstand ist von Bedeutung für den Bestand der im vollen Mauerwerk hergestellten Talsperren gegenüber solchen Sperrmauern, deren Querschnitt in einzelne Pfeiler und Bögen aufgelöst ist.

3. Wärmemessungen im Mauerwerk der großen Talsperre.
Grade in C.

Zeit	Luftwärme	Wasserwärme an der Oberfläche	Wärme in der Mauer			
			5 m tief	15 m tief	25 m tief	35 m tief
1903						
Januar	+ 2,5	—	—	+ 5,6	+ 5,6	+ 6,2
Februar	+ 5,0	—	—	+ 5,6	+ 6,2	+ 7,0
März	+ 6,2	—	—	+ 6,0	+ 6,2	+ 7,5
April	+ 7,0	—	—	+ 8,2	+ 7,6	+ 8,3
Mai	—	—	—	—	—	—
Juni	+ 21,0	+ 16,7	—	+ 10,5	+ 8,7	+ 8,4
Juli	+ 20,7	+ 18,8	—	+ 12,6	+ 9,4	+ 9,1
August	+ 19,5	+ 17,2	—	+ 13,9	+ 9,5	+ 9,2
September	+ 18,2	+ 16,5	—	+ 14,3	+ 10,1	+ 9,6
Oktober	+ 12,6	+ 13,5	+ 12,3	+ 12,7	+ 9,6	+ 9,4

Bemerkungen. Die Zahlen geben das Mittel aus 3 bis 5 Beobachtungen im Monat bei Tages- oder Nachtmessung. — Die Stauung des Beckens hatte Ende März begonnen.

Die Messungsergebnisse der Bewegungen der beiden Talsperren und der Wärmeänderungen geben schon nach den bisherigen Aufzeichnungen einen Anhalt, um die Wärmeausdehnung des Bruchsteinmauerwerks und Betons zu verfolgen, wenn zwar erst die Fortsetzung solcher Beobachtungen genauere Unterlagen hierfür erbringen wird.

Die große Talsperre stand, wie vorbemerkt, von Oktober 1903 bis zum darauffolgenden Winter unter gleichbleibendem Druck, so daß in dieser Zeit lediglich Wärmeeinflüsse ihre Bewegung hervorgerufen haben. Diese betrug im Mittel der Veränderungen der beiden Geländerpfeilerstellungen 7 mm (vgl. Tab. 2). Die mittlere Bewegung des Betonkerns im Staudamm infolge des Wärmewechsels bei unverändertem Wasserdruck betrug 6 mm (vgl. Tab. 1). Wenn man die Bogen der Sperren auch nach diesen geringen Durchbiegungen von 7 und 6 mm noch als Kreisbogen ansieht, mit dem gleichen Verhältnis von Bogenlänge zu Halbmesser wie in dem ursprünglichen Zustande, so ergibt sich nach der nebenstehenden Text-Abb. 25 der Halbmesser des verkürzten Bogens der



Abb. 25.
Bewegung der großen Talsperre.

großen Talsperre im Oktober 1903 bei einer Durchbiegung von 8 mm gegenüber der Grundstellung zu 149,992 m und im darauffolgenden Winter zu 149,985 m. Während die ursprüngliche Bogenlänge 178,020 m beträgt, berechnet sie sich bei einem Zentriwinkel von 68° im Oktober zu 149,992 · 1,1868 = 178,0105 und im Winter zu 149,985 · 1,1868 = 178,0022. Die Längenverkürzung von Oktober bis zum Winter beträgt

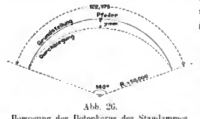


Abb. 26.
Bewegung des Betonkerns des Staudammes für das Vorbecken.

danach 8,3 mm. — Für den Betonkern (Text-Abb. 26) ergibt sich der Halbmesser des Bogens bei 6 mm Durchbiegung zu 49,994 mm und die zugehörige Bogenlänge bei 140° Zentriwinkel zu 49,994 · 2,4435 = 122,160 m. Gegenüber der ursprünglichen Länge von 122,175 m beträgt demnach die Bogenverkürzung 15 mm.

Wenn hiernach bei geringerer Bogenlänge die wesentlich stärkere Zusammenziehung des Betons als die des Bruchsteinmauerwerks der Talsperre auffällt, so zeigt sich diese Verschiedenheit auch, wenn man die Längenänderungen auf die Einheit zurückführt. Man kann für das Mauerwerk der großen Talsperre nach Tab. 3 die mittlere Wärme in den in Betracht kommenden oberen Mauerteilen im Oktober 1903 zu 12°, die Winterwärme zu 6° annehmen, so daß der Unterschied 6° beträgt. Man findet hiernach die Wärmeausdehnungsziffer des Bruchsteinmauerwerks zu $\frac{0,00831}{178,0105 \cdot 6} = 0,00000778$. Hierbei ist zu beachten, daß die Sperrmauer in ihrem ganzen unteren Teile mit Traßmörtel, in den oberen 6,5 m jedoch mit Zementtraßmörtel in der in Abschn. XIII angegebenen Mischung hergestellt ist.

Für den Staudamm liegen Messungen der inneren Dammwärme nicht vor. Es ist anzunehmen, daß hier die Wärmeschwankungen im Jahreslaufe stärker sind als im Mauerwerk der großen Talsperre, da der Rauminhalt dieses Körpers kleiner und die Wassertiefe des Beckens eine geringere ist, demzufolge eine stärkere Abkühlung und Erwärmung eintreten dürfte. Man wird unter Anhalt an die Wärmemessungen der Luft und des Wassers nach Tab. 1 den Wärmewechsel zu 10° annehmen können. Daraus würde sich die Ausdehnungsziffer des Betons zu $\frac{0,015}{122,175 \cdot 10} = 0,00001228$ berechnen.

Das Steinmaterial ist in beiden Mauerkörpern das gleiche. Die stärkere Ausdehnung des Betons wird daher auf den größeren Mörtelgehalt gegenüber dem Bruchsteinmauerwerk zurückgeführt werden müssen. Zu beachten ist auch, daß der Mörtel des Betons einen wesentlich stärkeren Gehalt an Zement hat als der Zementtraßmörtel des Bruchsteinmauerwerks der Sperrmauer.

Eine gerade Mauer müßte bei solchen Verkürzungen von 8 oder 15 mm Risse erhalten. Bei der Bogenform wirkt die Belastung durch den Wasserdruck im Sinne der Zusammenziehung infolge der Abkühlung; sie arbeitet also darauf hin, daß die Kohäsion gewahrt bleibt. Fehlt dieser Druck, so werden allerdings auch bei bogenförmigen Mauern Risse eintreten. Doch stehen die Sperrmauern in der kühleren Jahreszeit meist unter dem Einfluß des Wasserdruckes.

Sickermengen. Die Größe der in den beiden Rohrstollen der Sperrmauer gemessenen Sickermengen ist in nachstehender Tab. 4 zusammengestellt. Das gesamte Sickerwasser hat danach bei dem Druck des vollgefüllten Beckens bis 0,43 Sekundenliter betragen. Wie ersichtlich, sind geringe Schwankungen aufgetreten. Doch sind die Messungen noch von zu kurzer Dauer, um etwa eine Beziehung von Stauhöhe und Jahreszeit zur Sickermenge oder ein Nachlassen der letzteren erkennen zu können. Sonstige Undichtigkeiten zeigt die Sperrmauer nicht. Eine kleine Sickerung ist am linken Berghange bemerkbar, dort wo die Kaskade des Überfalls liegt. Hier zieht sich eine feine Wasserader scheinbar durch den Fels um die Mauer herum. Man kann diese Undichtigkeit nach vorläufiger Schätzung zu etwa 0,5 l/s annehmen. Der Gesamtverlust der Talsperre an Sickerwasser beträgt demnach etwa 1 l/s.

Der Staudamm des Vorbeckens hat erkennbare Undichtigkeiten nicht gezeigt und in seinem Bestande bisher keine Schäden oder nachteiligen Einflüsse der Stauung erkennen lassen.

4. Messung der Sickermengen an der großen Talsperre.

Zeit	Stauhöhe des Beckens über N.N.	Sickermengen in Sekundenlitern			Bemerkungen
		Rechter Stollen	Linker Stollen	Zusammen	
1903					
Mai	+ 139,5	0,42	0,06	0,48	Das Sickerwasser setzt sich zusammen aus dem Abfluß des in der Mauer liegenden Entwässerungsnetzes und mehrerer in der Felssohle abgefangenen Quellrohre. Etwa die Hälfte bringt allein ein Quellrohr im rechten Stollen. Die Zahlen geben das monatliche Mittel aus etwa 2 bis 5 Messungen an.
Juni	+ 141,0	0,33	0,06	0,39	
Juli	+ 139,6	0,27	0,05	0,32	
August	+ 143,0	0,30	0,06	0,36	
September	+ 146,1	0,33	0,08	0,41	
Oktober	+ 147,0	0,32	0,08	0,40	
November	+ 147,0	0,36	0,07	0,43	
1904					
Januar	+ 146,7	0,26	0,06	0,32	
Februar	+ 146,9	0,28	0,06	0,34	
März	+ 147,0	0,28	0,06	0,34	
April	+ 147,0	0,29	0,06	0,35	

XV. Die Kosten.

Die Kosten sämtlicher Bauten des Wasser- und Elektrizitätswerkes sind nach den Ergebnissen der Ausführung und Abrechnung nachstehend zusammengestellt:

Kostenzusammenstellung.

Nr.	Gegenstand		ℳ
1	Vorarbeiten, Entwurf, Bauleitung und Verzinsung des Baukapitals		285 200
2	Grunderwerb einschl. Ankauf des Wuppergefälles und Wegeverlegungen		371 300
3	Vorbecken mit Rieselwiesen, Filteranlage, Rohrleitungen einschl. der 350 mm Leitung nach dem Pumpwerk und mit Abräumung des Beckens		285 200
4	Die große Talsperre einschl. Abräumung des Talbeckens		1 415 000
5	Berieselungsanlage unterhalb der großen Talsperre		111 800
6	Stollen, Pumpbrunnen und Rohrleitungen von der großen Talsperre zum Kraftwerk		183 900
7	Wehranlage in der Wupper einschl. Einlaßschleuse		100 000
8	Betriebskanal vom Wehr zum Kraftwerk (Ober- und Unterwasser)		111 500
9	Kraftwerk		
	a) Gebäude	167 000 ℳ	
	b) Einführung des Oberwasserkanals, Spalkanal und Übergang in den Unterwasserkanal	35 500 „	
	c) Turbinen, Pumpen, Rohrleitungen innerhalb des Gebäudes und Laufkran	182 400 „	384 900
10	Elektrizitätswerk		
	a) Apparate, Werkzeuge, Mobilien	11 100 ℳ	
	b) Dynamomaschinen	35 800 „	
	c) Akkumulatoren für die Erregung der Dynamos	4 400 „	
	d) Schaltanlage	20 100 „	
	e) Stromzähler	42 300 „	
	f) Kabelnetz	371 500 „	
	g) Hausanschlüsse	72 800 „	
	h) Öffentliche Beleuchtung	9 900 „	
	i) Verzinsung des Baukapitals	58 300 „	626 200
11	Steigleitung vom Kraftwerk nach dem Hochbehälter in Krahenhöhe		158 400
12	Dienstwohngebäude des Maschinenmeisters		16 800
13	Eiserne Brücke über den Betriebskanal bei Strohn		11 400
		Gesamtkosten	4 061 600

Bemerkungen. Es kostete im Durchschnitt:

1 ha Wiese . . . . . 6300 ℳ
1 „ Ackerland . . . . . 2100 „
1 „ Holzung am Berghange . . . 450 „

Der Staudamm einschl. seiner Betriebseinrichtungen kostet 98000 ℳ. Er enthält 2300 cbm Beton. — Die Sperrmauer einschl. der Betriebseinrichtungen, jedoch ohne Abräumung des Talbeckens kostet 1380000 ℳ. — Der 160 m lange Stollen mit Vorbauten und Ausmauerung, jedoch ohne die Rohrleitungen kostet 34000 ℳ.

Es berechnet sich hiernach für die große Talsperre einschl. Abräumung des Talbeckens und des Grunderwerbs der überstauten Fläche der Preis für 1 cbm Stauinhalt zu 49 Pf., für das Vorbecken kostet 1 cbm nutzbarer Stauraum 120 Pf. Es tritt hier deutlich der Vorteil zutage, welchen unter sonst gleichen Umständen die Wasseraufspeicherung im großen gegenüber der Anlage kleiner Stauweiher bietet. Für 1 cbm fertiges Bruchsteinmauerwerk der Sperrmauer einschl. Lieferung aller Materialien wurden 15,50 ℳ bezahlt. Einschließlich aller Nebenanlagen und Betriebseinrichtungen der Talsperre stellt sich der Preis auf $\frac{1380000}{65930} = 20{,}9$ ℳ für 1 cbm Mauerwerk der Sperrmauer.

Erwähnt möge noch werden, daß die Anleihe, welche zur Deckung der Gesamtkosten seitens der Stadt Solingen aufgenommen wurde, für den Betrag der Talsperre mit $^1/_2$ vH., für das Kraft- und Elektrizitätswerk jedoch mit 5 vH. getilgt wird.

XVI. Schluß.

Nach dreijähriger Bauzeit waren zu Anfang Januar 1903 die sämtlichen Bauarbeiten bis auf die Herstellung der Rieselwiesen unterhalb der Hauptsperrmauer beendet und die gesamte Talsperrenanlage betriebsfähig fertig. Mit diesem Zeitpunkt wurde, wie vorerwähnt, der Betrieb des Elektrizitätswerkes eröffnet, nachdem die Wasserversorgung bereits $1^1/_2$ Jahre früher aus dem Sengbachtale bezogen war.

Am 28. Mai 1903 fand unter Teilnahme staatlicher und der städtischen Behörden die feierliche Schlußsteinlegung und Einweihung statt. Dieser Tag galt als ein Merkstein in der Geschichte und Entwicklung der Stadt Solingen. Mit weitschauendem Blick und Entschlossenheit hatte die Stadt die schwere Geldlast von mehr als 4 Millionen Mark auf sich genommen. Dieses Unternehmen von so hoher wirtschaftlicher Bedeutung fand mit dem Einweihungstage seinen äußeren Abschluß. Jetzt war die Aufgabe, das Werk nutzbar zu machen. Aber schon der bisherige kurze Betrieb, der sich ohne Störung vollzogen hatte, hatte das technische Gelingen der Anlage erkennen lassen.

Hinsichtlich der Wasserversorgung war Beruhigung gegenüber den früheren Zuständen geschaffen. Die Beschaffenheit des Wassers zeigte sich unvergleichlich besser als die des bisher gebrauchten und eine reichlichere Verwendung durfte Platz greifen. Damit war die Unterlage gegeben für weitere gesundheitliche Einrichtungen, wie sie eine Stadtverwaltung heute für die Bevölkerung treffen muß. Solche Pläne, die bisher aus Wassermangel hatten zurückgestellt werden müssen, traten jetzt in den Vordergrund oder gingen alsbald der Verwirklichung entgegen. Schon während der Ausführung der Talsperrenanlage war eine große städtische Badeanstalt ins Leben gerufen, die zugleich mit Fertigstellung des neuen Wasserwerks in Benutzung genommen wurde. Vermehrte Besprengung der Straßen in heißer Sommerzeit konnte stattfinden und der oft angeregte Plan der städtischen Kanalisation in nähere Erörterung gezogen werden. Der Wasserverbrauch der Stadt war im Jahre 1902 auf 1132000 cbm gestiegen.

Das gelieferte Wasser wird nach Wassermessern berechnet. Die Bezahlung erfolgt nach Maßgabe des wirklichen Verbrauchs, jedoch mindestens für jedes Grundstück oder Gebäude für ein Vierteljahr ausschließl. Wassermessermiete:

bei einer Bodenfläche
1. bis 100 qm 4,00 ℳ, wofür 15 cbm Wasser geliefert werden,
2. „ 133 „ 5,20 „ „ 20 „ „ „ „
3. über 133 „ 6,50 „ „ 25 „ „ „ „

Bei einem vierteljährlichen Verbrauch über 25 bis 250 cbm beträgt der Preis 18 Pfennige für 1 cbm. Für größeren Verbrauch wird Ermäßigung bewilligt, die bis zu 14 Pfennig für 1 cbm heruntergeht.

Nicht minder diente der der Stadt neu zugeführte elektrische Strom städtischen Zwecken wie den gewerblichen oder geschäftlichen Anlagen für die Erleichterung ihrer Betriebsführung. Für die öffentliche Beleuchtung wurde an Stelle der alten Gaseinrichtung in den Hauptverkehrsstraßen elektrisches Licht eingeführt. Ebenso machten von dieser Beleuchtungsart sogleich bei der Eröffnung des Betriebes viele Geschäftshäuser und Private Gebrauch. Die elektrische Kraft fand in der regen Industrie Solingens lebhafte Verwendung, obwohl bereits ein privates Elektrizitätswerk vorhanden war.

Im Frühjahr 1904, also etwa ein Jahr nach der Betriebseröffnung, waren an das städtische Werk 140 Motoren mit einem Anschlußwert von 209 Kilowatt angeschlossen und die gesamte Beleuchtung für Bogen- und Glühlicht hatte einen Anschlußgleichwert von rund 6550 Glühlampen zu je 16 Normalkerzen erreicht. Die Zahl der Hausanschlüsse war 255. Die im Durchschnitt täglich an den Sammelschienen erzeugte Energie betrug 738, die bisher größte tägliche Erzeugung 1785 Kilowattstunden. Die Stromlieferung erfolgt jederzeit, Tag und Nacht.

Der elektrische Strom wird für die verschiedenen Gebrauchszwecke zu folgenden Preisen abgegeben:

a) Lichtstrom. Der Grundpreis beträgt 45 Pf. für eine Kilowattstunde bis zu einer Benutzungsdauer von 350 Stunden im Jahr. Der ganze über 350 Stunden hinausgehende Verbrauch wird mit 25 Pf. für eine Kilowattstunde vergütet.

b) Kraftstrom. Der Grundpreis beträgt 18 Pf. für eine Kilowattstunde bis zu einer Benutzungsdauer von 750 Stunden im Jahr. Der über 750 Stunden hinausgehende Verbrauch wird mit 8 Pf. für eine Kilowattstunde vergütet.

Wenn somit schon die bisherige Gestaltung des Betriebes den wirtschaftlichen Erfolg des neuen Wasser- und Elektrizitätswerkes mit Sicherheit erwarten läßt, so wird der Nutzen der Talsperrenanlage in vollem Umfange so recht in der Zukunft zur Geltung kommen, wenn sich mit der Tilgung des Anlagekapitals die Lasten wesentlich vermindern werden. Die Betriebskosten werden dadurch abnehmen, die Einnahmen aber mit dem wachsenden Absatz des Elektrizitätswerkes und mit ausgiebigerer Inanspruchnahme der Wasserversorgung steigen. Die Stadt Solingen wird dann dereinst im Besitze eines für unbegrenzte Dauer errichteten und wenig Unterhaltung und Wartung erfordernden Bauwerkes sein, und es wird ihr eine natürliche, sich immer wieder ergänzende Kraftquelle unentgeltlich zu Gebote stehen.

Dieses Werk gibt somit ein Bild von der segensreichen Ausnutzung, welche aus einer geordneten Wasserwirtschaft im Gebirge gewonnen werden kann. Zwar ist, wie in Abschnitt II ausgeführt wurde, die allgemeine Gestaltung der Örtlichkeit diesem Zwecke selten so günstig, wie bei der Anlage im Sengbachtale. Aber auch hier lag die Nutzbarkeit der Wasserverhältnisse keineswegs offen und handgreifbar zutage, sondern erst ein eingehendes Studium gab die Erkenntnis und wies die Pfade und ein frischer Unternehmungsgeist brachte die Verwirklichung. Noch in großer Zahl bieten die Täler unserer deutschen Mittelgebirge die Möglichkeit zur Anlegung von Sammelbecken und eine reiche Fundgrube für Wasserkräfte. Allerdings besitzen wir in der Nutzbarmachung dieser natürlichen Schätze nicht die Freiheit der Bewegung, wie sie etwa den amerikanischen Ingenieuren die Arbeit groß, leicht und ersprießlich macht. Eine dichte, immer mehr zunehmende Bebauung der Gebirgstäler, teurer Grunderwerb und hohe Nutzungsentschädigungen, sowie einengende wirtschaftliche und rechtliche Verhältnisse wirken bei uns belastend und erschwerend. Aber dessen ungeachtet kann nicht bezweifelt werden, daß das Verlangen nach weiterer Erschließung mechanischer Kräfte und die Verfolgung der anderen kulturellen Zwecke, denen die Talsperren dienen, mit natürlicher Notwendigkeit auch bei uns einer regeren Entwicklung der Wasserwirtschaft im Gebirge die Bahnen öffnen wird.*)

Der Entwurf der Gesamtanlage ist aufgestellt vom Geheimen Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Intze in Aachen; in seinen Händen lag auch die Oberleitung der Bauausführung. Seinem liebenswürdigen Entgegenkommen dankt die vorliegende Veröffentlichung ihr Entstehen. Die staatliche Oberaufsicht beim Bau der beiden Talsperren führte Regierungs- und Baurat Lieckfeldt von der Königl. Regierung in Düsseldorf. Die örtliche Leitung bei Herstellung der Rieselwiesen, Filteranlagen und Rohrleitungen, sowie der Maschineneinrichtung des Kraft- und Elektrizitätswerkes hatte Wasserwerkdirektor, Beigeordneter Klose in Solingen inne, der auch die Unterlagen für die mitgeteilten Betriebsergebnisse freundlichst überlassen hat. Die örtliche Bauleitung für alle übrigen Bauausführungen war dem Verfasser dieser Abhandlung übertragen, der mit der Leitung zugleich die vorgeschriebene staatliche Aufsicht bei den Talsperrenbauten vereinte.

Die Ausführung der Bauarbeiten war, wie schon oben bemerkt, im wesentlichen in Großunternehmung vergeben und zwar an die Bauunternehmung C. Vering in Hamburg, deren örtlicher Vertreter auf dem Bau Ingenieur Buch war. Die Turbinen und Pumpen lieferte die Maschinenfabrik Escher, Wyß u. Ko. in Ravensburg, die elektrischen Anlagen die Fabrik Brown, Boveri u. Ko. in Mannheim.

*) Vgl. des Verfassers Schrift: Der Talsperrenbau und die deutsche Wasserwirtschaft. Berlin 1902.

Der Bau des Hafens in Swakopmund.

Vom Wasserbauinspektor Ortloff z. Z. in Hanau.

(Mit Abbildungen auf Blatt 35 im Atlas.)

(Schluß.)

Wahl der Baustelle. Diese beiden Einbuchtungen konnten auch nur bei der Wahl eines Platzes für die Hafenanlage in Frage kommen. Die erste, die jetzige Landungsstelle, liegt ungefähr 800 m nördlich des Swakop und ist gegen Wellengang durch niedrige, bei N.W. nicht sichtbare Riffe geschützt, die nur 80 bis 100 m vom Ufer entfernt liegen. Der Strand besteht vom Swakop bis hierher aus Sand, erst an der gedachten Stelle zeigen sich Klippenbildungen bis weit nach Norden hin. Ist die Gefahr der Versandung durch die Meeresströmung für alle Punkte der Küste gleich groß, so kommt hier noch besonders in Betracht, daß die Sinkstoffe usw., die der Swakop beim Abkommen mit sich führt, gerade bis zu dieser Stelle zur Ablagerung gelangen. Wie ausgedehnt diese Anhäufungen sein können, geht aus den Aufzeichnungen des Majors a. D. C. v. François hervor, der in seinem Buche „Deutsch-Südwest-Afrika" Berlin 1899, Verlag von Dietrich Reimer, Seite 157, berichtet, daß nach einem starken Regen 1891/92 der Swakop eine Sandbank

in die See vorgeschoben hatte, die an dieser Stelle wie eine Mole wirkte. Dagegen ist eine Ablagerung von Sand an der anderen, rd. 600 m nördlicher gelegenen Stelle nie bemerkt worden; stets, auch nach dem Abkommen des Swakop, ragten die Klippen glatt und unbedeckt aus dem Meere hervor, auch zwischen ihnen ist eine Veränderung des Grundes nie bemerkt worden. Sollte nun später nach Erbauung des Hafendammes dennoch eine Versandung an dieser Stelle sich herausstellen, so läßt sich immer noch die Gefahr dadurch vermindern oder sogar gänzlich abwenden, daß an der zuerst besprochenen Einbuchtung eine Mole in die See gebaut wird, die, als Fangebuhne wirkend, die Sinkstoffe aufhält. Ferner sind an letztgenannter Einbuchtung schützende Felsgruppen, die sogar zuweilen bei N.W. sichtbar sind, bis 300 m weit vorgelagert, die die Kraft der Wellen brechen und zugleich etwaige Sandablagerungen auffangen.

Als besonders günstig für den Bau des Hafendammes selbst kommt noch hinzu, daß sich hier am Strande eine Klippengruppe bis 40 m weit von der Niedrigwasserlinie in die See hinausstreckt, die 1 m über N.W. hervorragt und einen sehr guten Ausgangspunkt für den Hafendamm, eine sichere Stütze für die Molenwurzel bildet. — Aus eben genannten Gründen mußte diese Stelle als günstigster Bauplatz für den zu errichtenden Hafen angesehen werden.

Baugrund. Der in Gestalt von Klippen am Ufer und in See zutage tretende sehr harte, rötliche Granit bildet auf weite Strecken hin den Untergrund des Meeres. Er ist als Baugrund vorzüglich geeignet, nur dort, wo er von einer mäßigen Schicht Sandes oder Schlammes bedeckt ist, muß er von dieser sorgfältig gereinigt werden vor Inangriffnahme des Baues, um nicht nachträglich Sackungen und damit Risse im Mauerkörper entstehen zu lassen.

Baustoffe. Nach den so geschilderten Verhältnissen war die Verwendung von Holz und Eisen zum Grundbau ausgeschlossen, es konnte nur Steinbau in Betracht kommen und zwar als Schüttung, in Quadern und Beton. Der überall hier vorhandene Granit liefert einen vortrefflichen Baustein. In 1.2 km Entfernung von Swakopmund wurde ein Gelände von rd. 3 ha Größe angetroffen, auf dem ein sehr fester, wetterbeständiger, feinkörniger Granit ansteht in 5 m Mächtigkeit über dem Meeresspiegel. Da sich dieses Gestein für die im Seewasser vorzunehmenden Bauten sehr gut eignet, ist an dieser Stelle ein umfangreicher Steinbruch eingerichtet worden. Die Gewinnung der Steine geschah in der Weise, daß reihenförmig Bohrlöcher bis rd. 5 m Tiefe von Hand gebohrt, mit Dynamit gefüllt und dann gleichzeitig gesprengt wurden. Es kam so bei jeder Sprengung eine Wand von 3 m Höhe zu Fall. Ein Hand- und ein Dampfkran beförderten die Massen in bereitstehende Wagen, die von einer Lokomotive zur Verwendungsstelle geführt wurden. Da Menschenkraft, hauptsächlich Eingeborene, sehr billig zur Verfügung stand, wurde von der Verwendung von Bohrmaschinen Abstand genommen. Die höchste Tagesleistung im Steinbruch betrug 170 cbm Förderung bis zur Verwendungsstelle.

An scharfkörnigem Sand, der sich zum Mauern gut eignet, ist kein Mangel, Süßwasser ist durch die Wasserleitung erschlossen und bequem zu jeder Verwendungsstelle zu beschaffen gewesen.

Arbeitskräfte. Es war vorgesehen, die Bauausführung in eigenen Betrieb zu nehmen. Für handwerksmäßige Arbeiten mußten die erforderlichen Kräfte aus Deutschland beschafft werden, wohingegen für einfache Bodenarbeiten und Handlangerdienste die Eingeborenen herangezogen werden sollten.

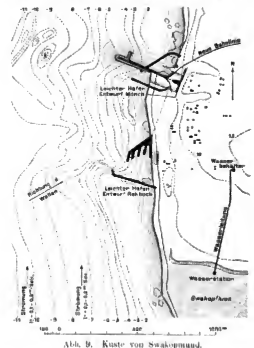


Abb. 9. Küste von Swakopmund.
(Aufnahme vom Oktober 1902.)

Der Entwurf.

Die Landungsverhältnisse, wie sie bisher hier bestanden, waren recht unvollkommen. Abgesehen davon, daß Schiffe bei mittelschwerer Brandung, wo die Wellen eine Höhe von 1 bis $1^1/_2$ m haben, überhaupt nicht mehr löschen können, sondern warten müssen, bis stillere See eingetreten ist, gibt es selbst bei ruhigem Wetter und schwacher Brandung der Widerwärtigkeiten noch recht viele.

Von den 500 bis 1000 m vom Ufer entfernt auf freier Reede liegenden Dampfern werden die Güter in Brandungsboote geladen, die, 8 m lang, 2,3 m breit sind und 1,7 t Tragfähigkeit haben. Durch Kruneger oder mit Hilfe eines zum Schiffe gehörigen kleinen Dampfers werden die Boote nach Land befördert; kurz vor der Küste, 100 bis 200 m seewärts, sind die gefährlichen Brandungswellen zu durchfahren, die in der Regel in das Boot schlagen und so, bevor dieses den Strand erreicht hat, die Güter schon durchnässen. Sind diese trocken durch die Brandung gelangt und ist das Boot durch die letzte Welle auf den Strand geworfen, so kann als sicher angenommen werden, daß die Güter beim Herausschaffen aus dem Boote durch nachstürzende Wellen entweder durchnäßt werden oder sogar gänzlich verloren gehen. Beim Entladen der Boote, Heraustragen von Reisenden usw. müssen die Leute bis an die Knie und tiefer ins Wasser hinein. Bei diesem Verfahren brauchen die Schiffe, bis jetzt nur Woermanndampfer von 2300 bis 4500 t Ladefähigkeit, bei Benutzung eines Dampfbeibootes zum Schleppen und von acht Landungsbooten mit Krunegerbesatzung zum

Löschen der Ladung mindestens 14 Tage. Nach dem Aufschwung, den der Verkehr in Swakopmund genommen hat, waren derartige Verhältnisse unhaltbar geworden.

Um ein sachkundiges Urteil über die dortigen Landungsverhältnisse im allgemeinen und etwaige Verbesserungsvorschläge zu erhalten, wurde seitens des Auswärtigen Amtes, Kolonialabteilung, im Jahre 1895 der Marine-Hafenbaumeister Mönch nach Deutsch-Südwestafrika gesandt, der nach eingehendem Studium im Jahre 1896 ein Gutachten hierüber, sowie im folgenden Jahre einen Entwurf nebst Kostenanschlag für eine Hafenanlage in Swakopmund aufstellte unter Berücksichtigung der von der Abteilung für das Bauwesen im Ministerium der öffentlichen Arbeiten abgegebenen Gutachten. Geplant war der Hafen an der alten Landungsstelle vor der Station und dem Signalmast. In diesem Entwurf (Text-Abb. 9) war als Hauptbauwerk ein rd. 200 m langer Wellenbrecher vorgesehen, der, im Schutz der vorliegenden Felsgruppen erbaut und hinter diesen zurückbleibend, besonders gegen die Brandung eine gesicherte Einfahrt ermöglichen sollte. Im Norden umschließt das Hafenbecken ebenfalls ein Molendamm, der sich dem Wellenbrecher bis auf 70 m nähert und auf 100 m Länge mit Kaimauern versehen wird, von denen rd. 67 m auf — 3,0, der Rest auf — 1,5 m liegt. Zwischen beiden Strecken ist eine Landebrücke für Personenverkehr vorgesehen.

Ein anderer Vorschlag für eine Hafenanlage, wenn auch nur skizzenhaft,* findet sich in dem Werke von Th. Rehbock, Deutsch-Südwestafrika, Berlin 1898. Als Landungsstelle ist danach der Platz vor dem jetzigen Zollschuppen gewählt, nahe der Mündung des Swakopflusses (Text-Abb. 9). Wie bei dem vorherbesprochenen Entwurfe ist auch hier ein südlicher Wellenbrecher und eine nördliche Landungsmole vorgesehen, an die sich zahnförmig noch kleinere Piere anschließen.

Besonders waren es die eingehenden vorzüglichen Untersuchungen und Vorarbeiten des damaligen Hafenbaumeisters Mönch, die weiter verfolgt und als Grundlagen auch des neuen Entwurfes benutzt wurden. Es kam vor allem darauf an, Anordnungen zu treffen, die eine raschere und sichere Abfertigung der dort verkehrenden Schiffe ermöglichen. Dies konnte nur erreicht werden durch Schaffung einer Hafenanlage, die gestattete, daß

1. bei jedem Seegange Personen sowohl als auch Güter jeder Art und Form stets sicher gelandet und entladen werden können,
2. Segelschiffe und kleine Dampfer bis etwa 500 t Ladefähigkeit unmittelbar am Kai löschen und verladen können,
3. eine spätere Erweiterung derselben möglich ist, ohne daß die zu schaffende Anlage aufgegeben oder zeitweise außer Betrieb gesetzt werden muß.

Um diese Ziele zu erreichen, war es in erster Linie erforderlich, durch einen Wellenbrecher die schwere Dünung von der Landestelle abzuhalten, so daß die Fahrzeuge, ohne eine Brandung durchfahren zu müssen, sich dem Lande nähern können. Ferner war es nötig, die Wellenbewegung auf der im Schutze des Wellenbrechers gelegenen Wasserfläche derartig abzuschwächen, daß Fahrzeuge selbst bei sehr bewegter See unmittelbar an dem Bauwerk festmachen und liegen können.

Für die Wahl der Richtung des Wellenbrechers waren maßgebend die Richtung von Wind und Wellen sowie die Küstenströmung. Wie schon vorher erwähnt, kommen Wind und Wellen mit wenigen Ausnahmen aus SW. ungefähr 114° gegen die Nordrichtung. Zum Schutze dagegen mußte daher die Mole gegen NW. gerichtet sein. Da ferner die Meeresströmung parallel zum Ufer verläuft, muß die Mole, um eine Versandung hinter ihr zu verhindern, eine mit der Strömung geneigte Richtung erhalten, also ebenfalls nach NW. Daß vor der Molenwurzel Sandablagerung in geringem Umfange stattfinden würde, war vorauszusehen, da diese Mole ähnlich wirken mußte, wie eine mit der Strömung geneigte Buhne im Flusse. War so die Richtung der Mole bestimmt, so ergab sich ihre Länge aus der Erwägung, daß nach den Beobachtungen Brandungswellen nur bis zur 4 m-Tiefenlinie hier auftreten, daß es daher genügt, den schützenden Hafendamm bis zu dieser Linie zu führen.

Wie schon früher erwähnt, ist an der gewählten Baustelle eine Klippengruppe dem Ufer vorgelagert, die von der Niedrigwasserlinie am Strande bis 40 m weit in die See reicht und rd. 1 m über NW. hervorragt. Diese bildet einen sehr guten Ausgangspunkt für den Hafendamm, eine sichere Stütze für die Molenwurzel und leistet zugleich Gewähr für einen festen Anschluß an das Ufer. Etwa 270 m von dieser Felsgruppe seewärts in nordwestlicher Richtung erhebt sich nahe der 4 m-Tiefenlinie eine kleine Erhöhung von weniger als 3 m Tiefe. Diese ist geeignet, für den Kopf der Mole als Fuß zu dienen, so daß sich für den Hafendamm eine Baulänge von 370 m bei H.W., von 270 m bei N.W. ergeben hat. Bei dieser Ausdehnung tritt das Bauwerk auch nicht störend über die zweite Klippenreihe vor, die ungefähr in der gleichen Entfernung vom Strande und parallel zu demselben sich hinzieht. Hafenseitig, etwa in seinem mittleren Drittel, ist der Wellenbrecher auf 120 m Länge als Kaimauer ausgebildet worden, um bei einer durchschnittlichen Wassertiefe von 3 m den Schiffen und Leichtern Gelegenheit zum Löschen und Laden zu bieten. Während des Baues dieses Wellenbrechers sind noch Beobachtungen und Ermittlungen angestellt worden, ob dieser allein genügen würde, um der weiter nördlich gerichteten Uferstrecke hinreichend Schutz zu bieten und so ein ruhiges Hafenbecken zu schaffen.* Sollte sich jedoch herausstellen, daß die herrschende Dünung oder Nordwinde ein gefahrloses Einlaufen und bequemes Löschen der Schiffe nicht gestatten, so wäre ein zweiter Hafendamm zu errichten, der, nördlich von dem ersten von Osten her in sanfter Krümmung nach Westen laufend, sich dem südlichen Molenkopf bis auf 60 m nähert und zwar so, daß der nördliche unter dem Schutze des südlichen zu liegen kommt.

Die Abmessungen des Hafendammes und der Kaianlagen ergaben sich in erster Linie aus der Anordnung der Krane und Gleise. Der erste, landseitige Teil der Mole dient nur als Zufuhr für die Kaimauer und hat 5 m Breite erhalten. An der Kaimauer findet eine Verbreiterung auf 8 m statt, indem neben dem Zufuhrgleis von 0,60 m Spurweite, das auf die ganze Länge geradlinig durchgeführt ist, noch ein zweites Gleis dicht an der Kaimauer vorgesehen ist, das zugleich die für Normalspur eingerichteten Krane trägt und mit dem ersten Gleis durch eine Weiche verbunden ist. Zu

Anfang und Ende der Kaimauer ist je ein Dampfkran angeordnet worden, ebenso eine bequeme Landungstreppe für Reisende. Für den Lösch- und Ladebetrieb sind außer einer Dampfbarkasse fünf Leichter von je 30 t Ladefähigkeit vorgesehen. Für die an diesen Schiffen vorzunehmenden Ausbesserungen ist eine Aufschleppe erbaut worden nebst den erforderlichen Schmiede- und Zimmerwerkstätten. Flutmesser, Tag- und Nachtmarken, Reibhölzer, Poller und dergleichen mehr sind ebenfalls angeordnet.

Wegen der schwierigen Landungsverhältnisse in Swakopmund mußte von vornherein davon Abstand genommen werden, große und schwere Eisenteile, Maschinen und Krane beim Bau zu verwenden. Es lag das Bestreben vor, bei der Bauausführung nur die einfachsten Hilfsmittel zu benutzen. Bei dem oben näher geschilderten Baugrund kann zur Herstellung des Hafendammes nur Steinschüttung in Verbindung mit Beton zur Anwendung kommen. In nur 1,2 km Entfernung von der Verwendungstelle steht vorzüglicher Granit zutage; ebendaselbst ist auch grobkörniger Sand zur Herstellung des Betons leicht gewonnen. Schon im Bruche werden die Steine nach Größe ausgewählt, so daß die kleineren daselbst zurückbleiben, um zu Schotter für Beton geschlagen zu werden, während die größeren auf dem Gleise zur Baustelle gefahren und dort als Fuß der Mole verschüttet werden; die größten von ihnen finden seeseitig Verwendung mit $1^1/_2$facher, die kleineren in der Mitte des Körpers und hafenseitig mit einfacher Böschung. Die Schüttung wurde aufgeführt bis Niedrigwasserhöhe, worauf seeseitig eine senkrechte Mauer bis 2,5 m über H.W. errichtet wurde, deren untere Hälfte aus Beton, die obere aus Bruchsteinmauerwerk besteht. Die Krone des Dammes liegt 2,5 m über N.W., die Kaimauer ruht mit ihrem Fuß fast in der ganzen Länge auf gewachsenem Felsboden, der vor dem Einbringen der Massen sauber von Schlamm und Sand gereinigt wurde. Bis zur Niedrigwasserlinie werden große Blöcke an Ort und Stelle aus Beton hergestellt und darauf bis Dammkrone gemauert. Der Molenkopf, ebenso wie auch der dem Wellenangriff am meisten ausgesetzte seeseitig gelegene vordere Teil des Hafendammes wurden noch besonders durch eine Überdeckung von Betonblöcken geschützt, von denen jeder 3 m lang, 2 m breit und 1,7 m hoch ist. Diese wurden vom Damm aus in die See verstürzt, so daß sie ungleichmäßig den Fuß der Böschung sowie diese selbst bis zur 2 m breiten Berme decken. Als Bauzeit waren drei Jahre vorgesehen.

Dies war, kurz geschildert, der Entwurf, wie er im Mai 1899 dem Auswärtigen Amt eingereicht wurde, das ihn mit seinen Anlagen dem Preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten zur Begutachtung unterbreitete. In dem abgegebenen Gutachten wurden die getroffenen Anordnungen im wesentlichen gebilligt, jedoch empfohlen, den Süddamm bis zur Fünfmeterlinie nicht mit nach Norden gebogenem Kopfe, sondern gerade fortzuführen, von dem Bau des Norddammes vorläufig Abstand zu nehmen und Damm und Mauerkrone zu erhöhen. Ausdrücklich hervorgehoben war, daß die Anlage als ein Versuch anzusehen sei, dessen Gelingen sich im voraus nicht bestimmen ließe. Unter Berücksichtigung der gegebenen Anregungen wurde die Krone des Dammes auf + 3, die der Brustmauer auf + 5 angeordnet, das Ende des Süddammes gerade fortgeführt und die seeseitige Böschung flacher ausgebaut. Text-Abb. 9 und Abb. 11 Bl. 35 zeigen den so entstandenen Entwurf, wie er der Ausführung zugrunde gelegen hat.

Die Bauausführung der Mole.

Nachstehend sollen die einzelnen Bauvorgänge sowie die gemachten Erfahrungen geschildert, das, was während der Bauzeit als nicht richtig erkannt, erörtert und die infolgedessen getroffenen Abweichungen vom Entwurf und die ausgeführten Verbesserungen näher besprochen werden.

Am 27. November 1899 trafen nach vierwöchiger Fahrt die für den Hafenbau bestimmten Arbeitskräfte vor Swakopmund ein. Sie setzten sich zusammen aus dem Bauleitenden, 1 Techniker, 1 Schreiber, 1 Werkmeister, 5 Vorarbeitern und 51 Arbeitern. Sogleich wurde mit dem Aufbau der Wohngebäude begonnen, nachdem die Örtlichkeit genau untersucht und die für den aufzustellenden Entwurf und Bau erforderlichen Vorarbeiten in die Wege geleitet waren. Die Gebäude waren in Deutschland fertig bestellt und wurden hier, rd. 70 m vom Meeresstrande entfernt, in unmittelbarer Nähe der Baustelle wieder aufgerichtet. Da Erfahrungen nicht vorlagen, welcher Baustoff sich am besten in Swakopmund bewährt, so wurden verschiedene Baustoffe für die Herstellung der einzelnen Häuser gewählt, um später auch die Brauchbarkeit der einzelnen feststellen zu können. Das Arbeiterwohnhaus ist in Holz mit Pappdach ausgeführt, mit doppelter Bretterverschalung, innen wie außen mit Leimfarbe gestrichen; an der Vorderseite zieht sich eine 2 m breite Veranda entlang. Zu beiden Seiten des gemeinsamen Eßsaales, der auch zu Versammlungen bei Festlichkeiten usw. benutzt wurde, sind die Wohn- und Wirtschaftsräume angeordnet. Auf dem linken Flügel befinden sich acht Wohnzimmer für je 4 bis 6 Mann, auf dem rechten die Mannschaftsküche mit Backstube und die Kantinenräume, durch je ein Ausgabeschalter mit dem Saale verbunden. Hieran schließen sich fünf Räume für die Vorarbeiter. Um stets frische Luft zuzuführen, sind in jedem Raum zwei Lüftungsklappen im Dache eingebaut. Seitwärts von der Küche ist ein Kühlraum für Fleisch usw. errichtet; ferner befindet sich im rechten Flügel ein Badezimmer, in dem außer einer Badewanne noch zwei Brausen angeordnet sind.

Das Gebäude kostete frei Bord Hamburg . .	18500,00 ℳ
Fracht-, Landungs- und Seeversicherungskosten	9569,26 „
Arbeitslöhne und allgemeine Unkosten . .	14340,72 „
zusammen	42409,98 ℳ

d. h. für 1 qm bebauter Fläche 55,50 ℳ.

Nördlich von diesem Gebäude befindet sich ein Wohnhaus für verheiratete Arbeiter und Vorarbeiter (Text-Abb. 13). Es ist in derselben Bauart hergestellt und umfaßt zwei Wohn- und zwei Schlafzimmer und zwei Küchen;

frei Bord Hamburg kostete es	4500,00 ℳ
Fracht-, Landungs- und Seeversicherungskosten	2337,00 „
Arbeitslöhne und allgemeine Unkosten . .	4470,24 „
zusammen	11207,24 ℳ

d. h. 43,10 ℳ für 1 qm bebauter Fläche.

Dieselbe Grundrißanordnung ist für das Wohnhaus des verheirateten Werkmeisters gewählt. Es ist aus einzelnen durchlochten Betonplatten aufgebaut, die 50 zu 60 cm breit und von unten nach oben abnehmend 15,7 und 5 cm stark sind.

Das Gebäude kostete frei Bord Hamburg . . 5876,68 ℳ
Fracht-, Landungs- und Seeversicherungskosten 4921,14 „
Arbeitslohn und allgemeine Unkosten . . . 12085,18 „
zusammen 22883,00 ℳ
d. h. für 1 qm bebauter Fläche 87,90 ℳ.

Das Wohn- und Dienstgebäude für den Techniker und Schreiber (Text-Abb. 10) ist in Holz aufgeführt mit doppelter Bretterverschalung und Pappdach, innen mit Öl-, außen mit Leimfarbe gestrichen. Um das gemeinsame Wohnzimmer gruppieren sich zwei Schlafzimmer, je ein Arbeitszimmer für den Techniker und Schreiber, sowie ein Raum zur Aufbewahrung der Meßgeräte usw.

Frei Bord Hamburg kostete das Haus ℳ 7650,00
Fracht-, Landungs- und Seeversicherungskosten . . 4183,00
Arbeitslöhne u. allgemeine Unkosten 8902,90
zusammen ℳ 20735,90
d. h. für 1 qm 76,80 ℳ.

Für den Bauleitenden war ein Wohnhaus in Holz mit Schindeldach gebaut (Text-Abb. 11 u. 12), dessen Innenwände mit Gips verkleidet und mit Ölanstrich versehen wurden. Es enthält je ein Wohn-, Eß-, Schlaf- und Arbeitszimmer und kostete frei Bord Hamburg . . . . . . 8550,00 ℳ
Fracht-, Landungs- und Seeversicherungskosten 4100,00 „
Arbeitslohn und allgemeine Unkosten . . . 20429,70 „
zusammen 33079,70 ℳ
d. h. für 1 qm bebauter Fläche 173,80 ℳ.


Abb. 11. Ansicht.

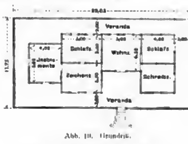


Abb. 10. Grundriß.
Wohn- und Dienstgebäude für den Techniker und Schreiber.

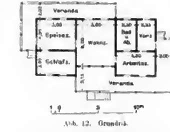


Abb. 12. Grundriß.

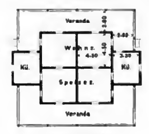


Abb. 13. Grundriß.
Wohnhaus für verheiratete Beamte.

Abb. 12 u. 13. Wohnhaus für den Bauleitenden.

Nach den bisher gemachten Erfahrungen hat sich am besten das aus Betonplatten hergestellte Wohnhaus bewährt, sowohl was die Haltbarkeit als auch die Annehmlichkeit des Wohnens betrifft, weil die Temperaturschwankungen sich darin nicht sonderlich bemerkbar machen. Fast ebenso, wenn auch nicht ganz so gut, hat sich die Bauart mit Gipsputz erwiesen; weniger empfehlenswert ist der gewöhnliche Holzbau. Ganz zu verwerfen ist die Verwendung von Eisen, das nicht ummauert, sondern mit der Luft unmittelbar in Berührung kommt. Selbst die sorgfältigste Überwachung und fortwährende Erneuerung des Anstriches können schnelle und gänzliche Zersetzung durch Rostbildung nicht verhindern. Vermeidet man die hohen Frachtkosten, indem man statt der in Hamburg zur Versendung gelangenden Bausteine an Ort und Stelle Stampfbeton 1:10 verwendet, so kann behauptet werden, daß diese Art des Massivbaues als für Swakopmund am dauerhaftesten, wohlfeilsten und gesündesten ist.

Die drei zuletzt genannten Gebäude sind auf einem Sockel von Granitmauerwerk aufgebaut und gemeinsam von einem Zaune umgeben, der eine Fläche von rd. 2500 qm umschließt. Diese wurde in Gartenland umgewandelt, teils um den Aufenthalt in der Wüste angenehmer und gesünder zu gestalten, dann aber auch, um Versuche anzustellen zum Anbau von Gräsern, Gemüse und Bäumen.

Das Haus des Bauleitenden ist mit dem Bureaugebäude, dem Steinbruch und der Arbeitsstelle im Hafen durch Fernsprecher verbunden. Außer einer Döckerschen Baracke, die als Lazarett diente, wurden auf der Baustelle selbst noch errichtet ein Materialienschuppen mit Zimmer- und Tischlerwerkstätte, ein Zementschuppen, ein Lokomotivschuppen, eine Schmiede und Schlosserei, eine Schuhmacher- und Sattlerwerkstätte, Bedürfnisanstalten usw.

Bis zum Eintreffen des selbstregistrierenden Pegels wurde vorläufig ein einfacher Holzpegel aufgestellt und seit dem 1. Januar 1899 stündlich beobachtet. Auch die Geräte für die Witterungskunde wurden seit derselben Zeit bedient. Der oben näher beschriebene Steinbruch wurde ebenfalls in Betrieb genommen und durch eine Feldbahn von 0,60 m Spur von rd. 1,2 km Länge mit der Baustelle verbunden. Ferner wurde mit dem Bau der Wasserleitung begonnen, indem der Tiefbrunnen angelegt, der Wasserspeicher erbaut und die Rohre in mehr als 5000 m Länge verlegt wurden. Für das Hafenbauamt und seine Nebengebäude war die Wasserleitung am 5. Juli, für die Bevölkerung am 9. Oktober 1899 fertig gestellt.

Nachdem so für stets genügendes Süßwasser auf der Baustelle gesorgt war, wurde im Juli desselben Jahres mit der Herstellung der großen 10 cbm fassenden Betonblöcke begonnen. Dies geschah in einem besonders errichteten all-

seitig offenen, nur leicht überdachten Schuppen von 5 m Breite und 20 m Länge.

Sein Boden wurde mit einer 0,2 m starken Betonschicht versehen, der 0,5 m über dem Gelände lag. Die Rohstoffe wurden auf dem 0,7 m über Gelände angeordneten Gleise angefahren und nach Bedarf verstürzt. Als Mischung wurde 1 Teil Zement, 3 Teile Sand und 5 Teile Kleinschlag gewählt, die sich gut bewährt hat. Nach fünfmaliger Mischung durch Hand wurde der fertige Beton in die auf der andern Längsseite des Schuppens stehenden Wagen geladen, die auf die benachbarte Bockrampe bis zu dem zu füllenden Kasten gezogen und dort entleert wurden. Unter stetigem Stampfen durch zwei Mann wurde dann der Beton zu einem Block verarbeitet. Zuerst gelang es nur, täglich einen Block fertig zu stellen, später wurden stets deren zwei angefertigt. Jeder Block trug das Datum seiner Herstellung. Drei Tage nach Einbringen des Betons wurden die Kastenwände gelöst, am folgenden Tage entfernt und zum Aufbauen neuer Blöcke wieder verwendet. Die unter 1:12 angelegte Rampe bestand aus einzelnen Böcken mit Längsträgern. Von dieser Rampe aus wurden stets zwei Reihen — 2·10 — von Betonblöcken geschüttet, dann mußte sie für die beiden folgenden Reihen umgestellt werden. Die fertigen Blöcke wurden zum Schutz gegen die Sonnenstrahlen mit Brettern, Säcken usw. bedeckt und täglich dreimal genügend genäßt.

In der Zwischenzeit waren die Vorarbeiten so weit gediehen, daß der Entwurf für die Hafenanlage aufgestellt werden konnte. Am 1. September traf der Drahtbefehl in Swakopmund ein, daß mit dem Bau nach dem eingereichten Entwurfe begonnen werden sollte. Am 2. September fand bei einer kleinen Feier die Grundsteinlegung zum Bau statt, und am 4. Mai wurden die ersten Schüttsteine für den Molenkörper verstürzt. Bis zum Ende des Jahres war die Schüttung in der ganzen Breite auf 100 m Länge hergestellt, ferner noch auf 10 m Länge die seeseitige senkrechte Brandungsmauer aus Beton von + 0,5 Swakopm. Null bis + 3 Sw. N. Hierbei kamen, ähnlich wie bei der Herstellung der Betonblöcke auf dem Lande, große hölzerne Formkasten zur Verwendung, die von innen durch Segeltuch, am Boden durch Juteleinen wasserdicht abgeschlossen waren. Jeder einzelne dieser Blöcke, die, soweit sie noch auf gewachsenem Felsen zu stehen kamen, ohne Fuge aneinander gereiht wurden, umfaßte 10,5 cbm Inhalt und bedurfte zu seiner Erhärtung 4 bis 5 Tage. Nach dieser Zeit wurden die Klammern usw. gelöst und die Formwände weiter seewärts aufgestellt.

Arbeiten im Jahre 1900. Seit Beginn des Jahres 1900 wurde, um die Schüttsteine besser sowohl vor Kopf als zu beiden Seiten des jeweilig vordersten Blockes verteilen zu können, ein Hängewerk benützt, das aus zwei je 13 m langen Spieren bestand und 5 m über den ersten Block auskragte. Es wurde je nach dem Verschreiten des Baues auf starken Planken, die mit Seife eingeschmiert waren, weiter seewärts geschoben. Auch war zur leichteren Handhabung der Formkasten eine Vorrichtung neu angeordnet, vermittels deren es ermöglicht war, selbst bei schwerem Seegange unter möglichster Schonung der Arbeiter den Formkasten zu heben und vorzurücken. Auf der Plattform einer Lowry wurde eine Wagenwinde aufgestellt, deren Nase ein 1,9 m langes I-Eisen trug, das 0,2 m zu beiden Seiten über die Ausladebrücke hervorragte. An den Enden des I-Trägers waren starke Ketten befestigt, die ungefähr in der Mitte und am vorderen Ende des Kastens eingehakt werden konnten, wenn der Wagen sich senkrecht über demselben befand. Sobald nun die hinteren Zugstangen, die oben und unten die Seitenwände des Kastens zusammenhielten, entfernt waren, wurde die Winde in Bewegung gesetzt, der Kasten gleichmäßig angehoben und mit der Lowry auf dem Gleis der Zugbrücke vorwärts geschoben. Wenn der Kasten sich über der Stelle befand, an der ein neuer Block hergestellt werden sollte, wurde der Kasten vermittels der Winde wieder gesenkt, bis er die Schüttung erreicht hatte.

Gleichzeitig mit dem Vortreiben dieser Betonblöcke wurde auf ihnen die 2 m hohe und 1,5 m breite Brüstungsmauer errichtet, um dem Wellenanprall eine möglichst große Masse entgegenzusetzen. Auch die hafenseitige Böschung wurde möglichst weit vergebaut.

Bis zum Mai war das Wetter sehr günstig, so daß der Bau rüstig vorschritt. Da trat plötzlich zu Anfang Juni sehr schwere See auf, die bedeutende Zerstörungen hervorrief, so daß der Weiterbau bis zum Schluß des Jahres ruhen mußte. Diese Zeit wurde dazu benutzt, Arbeiten an den der See nicht stark ausgesetzten Teilen vorzunehmen, dann aber auch besonders, um in den Werkstätten usw. die eisernen Betonierungskasten zum Bau der senkrechten Kaimauer und das Gerüst zum Versenken der Kasten anzufertigen.

Wie im Entwurfe vorgesehen war, sollte die Kaimauer senkrecht von — 3 Sw.N. bis + 3 Sw.N. hergestellt werden und zwar durch Einbringen von Beton zwischen Umfassungswänden von der Sohle bis + 0,5 Sw.N., während der obere Teil bis + 3 aus behauenen Bruchsteinen aufgemauert wurde. Zur Herstellung des Kastens wurde Eisen gewählt, weil sich das Versenken durch das Eigengewicht von rd. 5 t bedeutend besser gestaltet, als bei einem solchen aus Holz. Die Abmessungen wurden auf 5 m Länge, 3 m untere und 2 m obere Breite festgesetzt, während die Höhe so gewählt wurde, daß der Kasten noch rd. 1 m über N.W. hervorragte, um etwa auftretenden Wellenschlag so viel wie möglich vom Innern des Kastens abzuhalten (Abb. 12 bis 14 Bl. 35). Jede Längswand bestand aus zwölf, jede Querwand aus acht Tafeln Eisenblech von 5 mm Stärke. Die Abmessungen der Tafeln machten es nötig, den Kasten in zwei übereinander stehenden Teilen zu bauen, die, von starken Winkeleisen umsäumt, vermittels durchlaufender I- und [-Eisen und Diagonalen aus Winkeleisen verstärkt waren. Die Verbindung beider Teile an den Winkeleisen geschah durch Schrauben und zur besonderen Sicherung noch durch Ketten. Um ein Ausbiegen der Seitenwände zu verhindern, wurden noch an jedem Kasten Zugbänder aus Flacheisen angeordnet. Im Innern des Kastens konnten Diagonalverstrebungen nicht angebracht werden, weil dann die Bewegung des Betontrichters beim Schütten behindert worden wäre. Um dennoch eine möglichst große Steifigkeit zu erzielen, wurde in den Boden des Kastens ein hölzerner Rahmen aus zwei Andreaskreuzen eingelegt. Der obere Rand wurde noch besonders dadurch gesichert, daß starke Winkeleisen mit zwischengelegten Gurtungsblechen die Ecken verstärkten. Diese Winkel wurden, wenn der Kasten nahezu gefüllt war, abgeschraubt. Die Kastenwände waren nicht starr, sondern durch Verklinkung einzelner Hebel mit-

einander verbunden, von denen die in je einer Ecke liegenden durch eine gemeinsame Zugstange bewegt wurden.

Zum Versenken sowie zum Heben des eisernen Kastens mußte ein besonderes Gerüst hergestellt werden. Dieses bestand aus zwei Teilen, von denen der hintere Teil als Auflager und zugleich als Gegengewicht für den vorderen freitragenden diente, auf dem die Versenk- und Schüttvorrichtungen sich befanden (Abb. 1 bis 6 Bl. 35). Zwei Spieren, 17,5 und 15,9 m lang, von 0,35 m Durchmesser wurden rd. 6 m weit durch Querverstrebungen miteinander verbunden und der hintere Teil, auf dem der Schienenstrang und das Gegengewicht ruhte, mit einem Bohlenbelag versehen. Auf dem vorderen Teile wurde ein portalähnliches Gerüst aufgebaut, welches die Versenkvorrichtungen für den eisernen Kasten sowie die Laufkatze zum Zusammensetzen des Kastens und zum Heben des Schütttrichters trug. Quer zur Längenrichtung des Gerüstes ruhten auf den beiden Querträgern zwei Schienen, auf denen der untere Trichterwagen sich bewegte. Die Bewegung geschah vermittels zweier Winden auf jeder Seite, die durch aufschiebbare Hebelstangen mit Knarre gedreht wurden. Auf diesem unteren Wagen (Abb. 5 u. 6 Bl. 35) fuhr senkrecht zu seiner Bewegungsrichtung der obere Wagen (Abb. 3 Bl. 35), in dem der Schütttrichter hing. Durch diese beiden Bewegungsrichtungen war es möglich, mit dem Trichter zu jedem Punkte des Kastens zu gelangen und die Betonmasse gleichmäßig einzubringen. Der eiserne Schütttrichter war 6 m lang, oben 0,6 m, unten 0,7 m im Geviert groß und bestand aus sechs einzelnen Teilen, die je nach Bedarf ausgeschaltet werden konnten. Am oberen Ende war der Trichter von einem vierteiligen Holzrahmen umgeben, dessen einzelne Teile mit Keilen an denselben gepreßt werden konnten.



Abb. 14. Versenkgerüst mit eisernem Kasten.

Auf der Plattform des unteren Wagens wurde nun der eiserne Kasten zusammengesetzt, durch die Vorrichtung etwas angehoben und, nachdem der Wagen zur Seite gefahren, in den Führungen allmählich vermittels der beiden Bockwinden hinabgelassen. Die Führungen bestanden aus normalprofiligen Stahlschienen, von denen je eine nahe jeder Stirnwand, drei nahe der Außenseite des Kastens eingerammt wurden. Die Rückseite des Kastens erhielt eine Führung an zwei eingerammten Pfählen. An den Stirnseiten des Kastens waren ⊓-Eisen angeordnet, in denen die Führungsschienen gleiten mußten. Nachdem der Kasten die Sohle erreicht hatte, wurden die Tragketten gelöst und der Kasten noch durch seitliche Verstrebungen festgelegt. Sodann begann das Einbringen des Betons in Schichten von 1 m Stärke. Um das Auswaschen der untersten Betonschicht zu verhindern, wurde an dem hölzernen Versteifungsrahmen sackartig Segeltuch befestigt. Der Rahmen mit dem Segeltuch blieben nach Einbringung des Betons auf der Sohle liegen. War der Kasten bis + 0,5 Sw.N. gefüllt, so wurde die obere Fläche mit Segeltuch und Bohlen zum Schutz gegen etwa überschlagende Wellen abgedeckt. Nachdem der Beton genügend erhärtet war, wurden die Zugstangen an den Ecken angezogen, so daß die Klinken sich lösten und die einzelnen Wände freigaben, welche dann durch die Windevorrichtung hochgehoben, seitlich gelagert und zerlegt wurden. Am 28. Oktober war das Gerüst zum Versenken der Betonkasten (Text-Abb. 14) fertig gestellt, und die für die Bedienung dieser Vorrichtung bestimmte Mannschaft wurde, während das Gerüst noch auf dem Lande stand, genügend eingeübt.

Inzwischen wurde dazu geschritten, den vordersten Teil der Mole zur Aufnahme des Gerüstes herzurichten. Es hatte sich nämlich in der Zeit, als dieser Teil der Mole außergewöhnlich gefährdet war und daher auch besonders durch Steinschüttung gesichert werden mußte, vor demselben eine starke Ablagerung großer Steine gebildet, die von den Wellen willkürlich gelagert waren. Auf diese unregelmäßig verteilten Klippen konnte der Formkasten nicht aufgesetzt werden, es mußte vielmehr weiter in See hinaus ein möglichst ebener Untergrund aufgesucht werden. Dieser war ungefähr 10 m weiter seewärts vorhanden. Ferner bot die vorhandene nur allmählich abfallende Schüttung kein genügendes Auflager für das Gerüst. Daher wurden zwei Steinkisten derart gebildet, daß hafenseitig 17 Pfähle gerammt wurden in solcher Entfernung, daß die später einzubringenden Formkasten ihre richtige Lage zwischen ihnen erhalten konnten. Die Pfähle, die teils zwischen die vormals geschütteten Steine, teils in die Sohle gerammt wurden, drangen nur 0,3 bis 0,5 m tief ein, da unter dieser schwachen Sandschicht sofort Felsuntergrund vortrat. Doch brachte die obere beiderseitige Verholmung, sowie eine untere Verschwertung genügende Festigkeit in die Wand. Die Ramme selbst mußte ebenso wie der eiserne Betonkasten und das Gerüst in ihren sämtlichen Teilen auf der Baustelle hergerichtet werden, wozu es nur zu häufig an geeignetem Material fehlte. So wurde z. B. als Rammbär ein zerbrochenes Kanonenrohr benutzt, das am Gestade als einziger Rest eines gestrandeten alten portugiesischen Kreuzers aufgefunden war. Mehrfache Zerstörungen an den oben geschilderten Steinkisten durch die starke Brandung gestatteten erst am 10. Dezember das Einbringen des Kastens für den ersten großen Betonblock. Als dieser nun glücklich auf der Meeressohle angelangt war und oben festgelegt werden sollte, hob eine plötzlich auftretende Woge ihn an einer Seite auf, die ablaufende Welle zog ihn wieder nach sich

und schleuderte ihn mit gewaltiger Kraft an seine Führungsschienen, so daß Niet- und Verbindungsschrauben zerrissen wurden und er, in seine einzelne Bestandteile zerlegt, unter dem Gerüst hin- und hergeworfen wurde. Jedoch schon am nächsten Tage waren die Bergungsarbeiten beendet, und die Schäden wurden wieder ausgebessert.

An dem anderen Teile der Mole konnte wegen der anhaltenden schlechten See ebenfalls nicht genügend gearbeitet werden, so daß am Schlusse des Jahres die Mole nur um 63 m, d. h. im ganzen bis 163 m gewachsen war. Daneben waren noch 142 Betonblöcke an Land fertig gestellt.

Auch während der beiden ersten Monate im neuen Jahre herrschte stets unruhige See. Trotzdem war es möglich, nachdem noch weitere Vorbauten an der Spitze zum Schutze der zu versenkenden Kasten ausgeführt waren, am 31. Januar den ersten, sowie im Februar zwei weitere Blöcke ordnungsmäßig zu versetzen. Vom März an wurde die See ruhiger, auch war die Bedienungsmannschaft des Versenkgerüstes besser eingearbeitet und mit den Einzelheiten und Handgriffen mehr vertraut. So konnten von nun an wöchentlich durchschnittlich ein großer Block der Kaimauer und zwei bis drei kleinere seeseitige Blöcke fertig gestellt werden. Beim ersten Block dauerten die Arbeiten vom Hinunterlassen des eisernen Kastens bis zur Beendigung der Betonfüllung ununterbrochen 14 Stunden, später wurde dieselbe Leistung in 7 bis 8 Stunden geschafft.

Nicht unerhebliche Schwierigkeiten verursachte die Herstellung des Überganges von der einfüßigen Böschung des vorderen 6,5 m breiten Molenkörpers zu der senkrechten Kaimauer hin. Derselbe wurde in Beton zwischen Stülpwänden hinter vorgerammten Pfählen ausgeführt. Im April wurde auch die erste Treppe an der Kaimauer angelegt. Der untere Auftritt liegt auf + 1 Sw.N., der oberste auf + 3 Sw.N., die einzelnen Stufen, die vorher in Stampfbeton hergestellt waren, sind 0,4 m breit und 0,16 m hoch. Am 1. Mai war die Treppenanlage fertig, so daß der Verkehr von Personen und Post von diesem Zeitpunkte ab an der Treppe vor sich gehen konnte.

In den folgenden Monaten fand ein fortwährender Kampf gegen die stark bewegte See statt. Stets trat, wenn in einem Monate einige Tage zur Weiterarbeit ermutigten und wirklich unter großen Anstrengungen ein kleiner Fortschritt zu verzeichnen war, plötzlich oft innerhalb nur einer Stunde so schwere See wieder auf, daß es häufig unmöglich war, das Neugeschaffene erfolgreich zu verteidigen. Dreimal war die zum Schütten benutzte Auslegerbrücke von den Wogen in die See gespült, drei große Kaiblöcke nebst den zugehörigen Rammgerüsten waren zerstört, neun kleinere seeseitige Blöcke waren wieder vernichtet worden. Trotzdem war es möglich gewesen, bis zum Schluß des Jahres 1901 die seeseitige Betonmauer bis 309 m, die auf derselben stehende Brüstungsmauer bis 270 m, die Kaimauer bis 107 und die Bruchsteinmauer bis 83 m weit auszubauen.

Die Arbeiten im Jahre 1902. Derselbe Kampf mit wechselndem Glücke währte auch zu Beginn des Jahres 1902. Wie mühselig das Bauen war und wie trotzdem stets wieder neue Versuche zum Vortreiben gemacht wurden, mag daraus hervorgehen, daß bis zum 19. März an einigen Tagen mit ruhiger See 15 seeseitige Blöcke hergestellt waren, die aber sämtlich bis auf einen wieder durch die starken Brandungswellen zerstört wurden. Dagegen gelang es, am 5. März den letzten Block der Kaimauer fertig zu stellen, so daß das Versetzgerüst abgebrochen und die zweite Treppenanlage in Angriff genommen werden konnte. Auch der Übergang von der Kaimauer in die einfüßige Böschung wurde noch im Monat März beendet. Die andauernden Mißerfolge in den letzten Monaten beim Bau der seeseitigen Blöcke, und da ferner auch die Brücke, von der aus dieselben hergestellt wurden, durch die See zertrümmert war, ließen erkennen, daß mit der bisher geübten Bauweise ein Vortreiben der Mole nicht mehr möglich war. Da selbst die größten im Steinbruch gewonnenen Felsstücke dem Wogenanprall an der Mole nicht stand hielten, beim Schütten nicht liegen blieben, sondern von den Wellen allmählich seitlich in das Hafenbecken geführt wurden, schien es am ratsamsten, auf die großen, 10 cbm haltenden, im Jahre 1899 am Lande hergestellten Blöcke zurückzugreifen. Zu diesem Zwecke wurde einer der beiden nach eigener Angabe beschafften Wagen zum Verstürzen der schweren Blöcke dahin umgeändert, daß es möglich wurde, vermittels desselben Blöcke auch vor Kopf zu verstürzen. Nun wurden zuerst genügend Blöcke vor Kopf und, sobald diese über N.W. hervorragten, um auf der so gewonnenen Unterlage die Gleise vorzustrecken, auch solche seitlich verstürzt. Die Zwischenräume wurden teils mit Bruchsteinen, dort aber, wo die Brüstungsmauer zu stehen kam, mit Stampfbeton ausgefüllt. Zuerst machte es Schwierigkeiten, sowohl die Blöcke auf die Wagen zu heben — es geschah dies durch Unterklotzung und Heben mit Lokomotivwinden —, als auch, sie von den Wagen in See zu verstürzen. Später waren die betreffenden Arbeiter so gut eingearbeitet, daß an einem Tage sechs Blöcke aufgeladen und auch verstürzt werden konnten.

Auch bei Herstellung der hinter dem Kai gelegenen einfüßigen Böschungsmauer ist eine andere Bauart als früher gewählt worden. Von nun an wurde der Fuß derselben von + 0,5 bis + 1,50 Sw.N. in Stampfbeton in schrägen Kasten hergestellt, auf welchen nach Erhärtung sodann die Mauer aufgesetzt wurde. Diese Bauart hat sich besser bewährt, wie die frühere, bei der Auswaschungen des Mörtels nicht verhindert werden konnten.

Zu dieser Zeit waren auch genügend Erfahrungen gesammelt, um über die Notwendigkeit des Baues einer Nordmole ein endgültiges Urteil abgeben zu können. In dem Erläuterungsbericht war ausgeführt worden, daß der Bau eines zweiten Dammes in nördlicher Lage nur dann erforderlich wäre, wenn es sich herausstellen sollte, daß die herrschende Dünung oder starke Nordwinde ein gefahrloses Einlaufen und bequemes Löschen der Schiffe nicht gestatten würden. Nach den hier gemachten Aufzeichnungen traten Nordwinde auf im Jahre 1899

an 43 Tagen morgens,
„ 2 „ mittags,
„ 10 „ abends,

im Jahre 1901

an 44 Tagen morgens,
„ 2 „ mittags,
„ 8 „ abends.

In dieser Zeit trat der Nordwind auch nur während einiger Stunden auf und war von so geringer Stärke, daß eine Be-

einflussung der Wellenbewegung und Strömung dadurch nicht beobachtet werden konnte.

Was die Dünung und den Verlauf der Wellenbewegung unter dem Einflusse des bisher fertiggestellten Teiles des Süddammes betrifft, so ist dazu folgendes zu bemerken. Die Wellen kommen von See her in einem Winkel von 55° gegen die Mole. Am Molenkopfe erhält der den Molenkörper berührende Teil der Welle durch die Mole selbst eine derartige Führung, daß schon vom Kopfe an hinter der Mole die Welle sich senkrecht zu derselben stellt, während nördlich davon, außerhalb des Einflusses der Mole, die Welle dieselbe Richtung wie in See beibehält. Dadurch nun, daß der hinter dem Süddamm verlaufende Teil einer Welle gewissermaßen eine Längenausdehnung erfährt, verliert er an Höhe, d. h. auch an Kraft; infolgedessen zeigt der hinter dem Süddamm liegende Teil ruhigeres Wasser. Eine weitere Beruhigung der See an dem Kai selbst würde nun auch durch Einbau eines Norddammes kaum noch herbeigeführt werden, wenigstens nicht in dem Maße, daß die Aufwendung einer Bausumme von 300000 *M* hätte gerechtfertigt werden können. Ist so nachgewiesen, daß der Bau des Norddammes sich als unnötig herausgestellt hatte, so haben nun weitere Beobachtungen ergeben, daß der Bau desselben auf die Hafenanlage sogar schädlich eingewirkt hätte. Wie schon früher unter „Meeresströmungen" eingehender ausgeführt ist, herrscht an dieser Stelle eine Küstenströmung von rd. 0,1 m in der Sekunde parallel zum Ufer. Daher wird in dem Teile vor der Mole ruhiges Wasser vorhanden sein, in dem die von der Strömung mitgeführten Sinkstoffe niederfallen und eine allmähliche Verlandung hervorrufen. Derartige Verhältnisse herrschen nach den bisher gemachten Beobachtungen rd. 130 m von der jeweiligen Molenspitze entfernt. Ein anderer Teil der Strömung erfährt durch den Anprall an den Molenkopf zum Teil eine Ablenkung nach dem Ufer zu und erzeugt hier Wirbelwirkungen, die ein Niederfallen von Sinkstoffen nicht mehr zulassen. Ein anderer Teil dieser Strömung, der nach Nordwesten abzweigt, wird durch die vom Einbau der Mole nicht beeinflußte Strömung fortgerissen und gelangt mit dieser in das ruhigere Becken hinter dem Süddamm. Hier tritt, wie bei jeder stromab geneigten Buhne im Strome eine Ablenkung der Strömung ein und zwar in der Weise, daß der größere und stärkere Teil derselben in der Stromrichtung gegen das Ufer stürzt, durch Auskolkungen in demselben sich kenntlich macht und später in Wirbelbewegungen sich verliert. Der kleinere Teil dagegen verläuft bei seinem Anprall gegen das Ufer rückwärts, gegen die herrschende Küstenströmung, und erzeugt hier unruhiges Wasser, Wirbel usw., die ein Niederfallen von Sinkstoffen und so eine Versandung des Hafens ausschließen. Nun würde durch den Bau eines Norddammes die Wirkung dieser Strömungsart aufgehoben werden, die zwischen den beiden Molenköpfen in das ruhige Hafenbecken gelangenden Sinkstoffe würden sich unterhalb der Hafeneinfahrt niederlegen und eine baldige Versandung hervorrufen. Aus allen diesen Gründen ist von dem Bau des Norddammes Abstand genommen worden.



Abb. 15. Bau des Molenkopfes.

Vorkehrungen irgend welcher Art mußten nun aber geschaffen werden, um das Endziel der Hafenanlage sicher zu erreichen, nämlich einen auch bei schwerster See ruhigen Liegeplatz zu schaffen.



Dies zeigte sich als besonders dringend zu Anfang Juli 1901, als schwere Stürme die Mole heimsuchten, zur selben Zeit, da auch die Schiffsunfälle in der Tafelbai und Port Elisabeth gemeldet wurden. Es herrschte damals im Hafenbecken eine derartig starke Wellenbewegung, daß Löschen und Laden an der Kaimauer unmöglich hätte vor sich gehen können. Auch war der Schleppdampfer „Pionier" an seinem Ankerplatze im Hafen diesen Bewegungen stark ausgesetzt, so daß er schwer stampfte und für seine Sicherheit gefürchtet werden mußte. Als nun während dieser heftigen Stürme wieder und immer wieder Zerstörungen an der Molenspitze eintraten, legten die Wellen die fortgerissenen Teile hinter dem vor der letzten Treppe aufgeführten Leitwerk nieder; diese häuften sich mehr und mehr dort an und bildeten schließlich einen bis über N.W. reichenden Wall. Hierbei wurde die Beobachtung gemacht, daß an diesem Wall die senkrecht zur Mole anlaufenden Wellen ihre Kraft zersplitterten und mit weit geringerer Gewalt als früher an der Kaimauer ankamen. Dies legte den Gedanken nahe, den so natürlich geschaffenen Wall zu erhöhen und in See hinaus senkrecht zur Mole zu verlängern.

Zunächst fand eine Erhöhung der vorhandenen Schüttung bis + 3 Sw.N. bei 3 m Kronenbreite statt, seeseitig mit

dreifacher und hafenseitig mit einfacher Böschung versehen. Dann wurden Rammstuben von je 5 m Länge, aus drei Pfahlreihen bestehend, vorgetrieben, die mit Steinen gefüllt wurden. Die seeseitige Böschung blieb rauh, um die Kraft der auflaufenden Wellen möglichst zu zersplittern, die hafenseitige Böschung dagegen wurde abgepflastert. Diese stützt sich auf eine 1 m breite Berme, die 1 m über N.N. liegend, von der ersten Pfahlreihe gehalten wird. Diese Pfahlreihe, deren einzelne Pfähle nur 0,75 m voneinander entfernt sind, hält die dahinter geschütteten Steine zurück, so daß vor ihr die ursprüngliche Tiefe erhalten bleibt. Aus der hafenseitigen Böschung ragen starke eiserne Ringe hervor, die tief im Dammkörper verankert sind und dazu dienen, den Dampfer und die Leichter, wenn sie nicht im Betriebe sind, an diesem ruhigen und geschützten Liegeplatz festzulegen.

Am 1. September waren diese Arbeiten bis zur beabsichtigten Länge des Armes von 35 m beendet, und es konnte der Bau des Kopfes begonnen werden. Zuerst war in Aussicht genommen, denselben ebenfalls aus Rammwerk herzustellen. Da sich nun aber bei näherer Untersuchung zeigte, daß an dieser Stelle nur nackter Fels den Meeresboden bildete und so den Pfählen keinen Halt bieten konnte, wurde beschlossen, auch hier wieder die schon beim Bau der Kaimauer bewährte Gründungsart mit Beton in eisernen Kästen zur Anwendung zu bringen. Das früher benutzte Gerüst wurde wieder aufgebaut und der erste Kasten am 4. September versenkt und mit Beton gefüllt (Text-Abb. 15). Die Arbeit gelang zur Zufriedenheit. Doch schon bevor der Zement abgebunden hatte, trat in der Nacht vom 5. zum 6. September wieder so schwere See auf, daß das Gerüst zum Teil, der Kasten fast gänzlich zerstört wurde. Nur mit Mühe konnten die einzelnen Teile des letzteren mit Hilfe des Tauchers wieder gehoben werden. Um nun die Zeit, die zu den Wiederherstellungsarbeiten erforderlich war, nicht ungenützt verstreichen zu lassen, wurde wiederum ein anderes Verfahren eingeschlagen, wie es die vorhandenen Mittel und Verhältnisse eben erlaubten. Am Lande entstand aus Rundpfählen eine Kiste, die 7 m Länge, unten 4 m, oben 2 m Breite hatte und 5 m hoch war. An den Endpunkten waren die Hölzer überblattet und durch Bolzen verbunden. Unten und oben waren Diagonalverbindungen angebracht. Am 17. September wurde diese Kiste zu Wasser gebracht, am folgenden Tage mit Hilfe des Schleppdampfers vor Kopf des Querarms geschleppt, dort festgelegt und mit Steinen gefüllt. Zwei Wochen später wurde eine zweite Kiste der ersten vorgelagert. Am 10. Oktober war der eiserne Kasten wieder so weit hergestellt, daß er versenkt und mit Beton gefüllt werden konnte. Die Aufmauerung bis zur Dammhöhe erfolgte bis zum 28. desselben Monats, so daß an diesem Tage der Seitenarm bis auf einige Kleinigkeiten fertiggestellt war. Derselbe hat sich bisher vorzüglich bewährt. Unter seinem Schutze liegen der Dampfer und die Leichter ruhig und vollkommen gefahrlos. Eine Versandung des Hafens durch den Einbau des Seitenarmes ist nicht beobachtet worden.

An der Molenspitze weiter zu arbeiten, war der ungünstigen See wegen erst vom 22. Dezember an möglich. Nachdem die schweren Betonblöcke bis zum Endpunkte verstürzt waren, wurden hier die Zwischenräume gänzlich mit Beton bis zur Dammkrone ausgefüllt, so daß der Kopf schließlich einen einzigen Betonblock bildete. Am 27. Dezember konnte die Brüstungsmauer bis 371 m weiter geführt und am 29. auch die Rundung entwurfsmäßig fertiggestellt werden. So war doch noch am Schluß des Jahres 1902 der Bau des Molenkörpers beendet.

Weitere mit dem Hafenbau in Verbindung stehende Bauausführungen.

Ufersicherung. Durch den Bau der Mole wurde, wie oben näher ausgeführt ist, die Richtung der früher vorherrschend gewesenen Strömung unterbrochen und ein Teil derselben nördlich hinter der Mole auf das Ufer zugelenkt. Infolge davon fand ein Abbruch statt, der mit dem Vortreiben der Mole auch weiter nach Norden zu vorschritt. Um nun Auskolkungen und damit Gefährdungen der Gleise und Gebäude zu verhindern, waren umfangreiche Sicherungen des Gestades erforderlich. Hierzu wurden leere eiserne Zementfässer benutzt, die mit Steinen gefüllt nach Art eines Parallelwerkes an den gefährdeten Stellen aufgestapelt wurden.

Die Aufschleppe. Um an dem Schleppdampfer und den Leichtern jederzeit und bequem Ausbesserungen vornehmen zu können, wurde eine Aufschleppe gebaut, deren Achse senkrecht zur Richtung der einlaufenden Wellen, d. h. parallel zur Mole, angeordnet wurde. Da voraussichtlich nur kleinere Schiffe die Aufschleppe benutzen, wurde eine Neigung von 1 : 12 für ausreichend erachtet, für die Breitenabmessungen waren die Maße des Dampfers bestimmend. Demnach wurde die Breite der Aufschleppe von der Meeressohle bis zum H. H. W. (+ 1,58 Sw. N.) auf 4 m festgesetzt, von dort erweitert sie sich allmählich bis auf 15 m, um beiderseitig Arbeitsraum zu gewinnen. Die Umschließungsmauern an diesem Teile sind aus Granitsteinen in Zementmörtel aufgemauert, der schräge Teil in Stampfbeton in hölzernen Kästen, gleich den Betonblöcken der Brandungsmauer der Mole, der 4 m breite Teil dagegen ist ähnlich wie die Kaimauer, vermittels eiserner Kasten ausgeführt. Das Aufschleppen soll mittels eines Mortonwagens mit Gangspill geschehen. Ferner wurde zur Verbindung der Mole mit der Aufschleppe eine rd. 5 m hohe Böschungsmauer aufgeführt, die auch noch 75 m nördlich weitergeführt ist.

Der Zollschuppen. Damit der Durchgangsverkehr zwischen der Mole und einerseits dem nördlicher gelegenen Bahnhofe, anderseits der südlicher gelegenen Stadt möglichst wenig behindert werde, dann aber auch, um eine genaue Zollkontrolle zu ermöglichen, ist das Zollgebäude in die Verlängerung der Molenachse gelegt worden, so daß die zollpflichtigen Güter auf dem Molengleis in gerader Linie in dasselbe hineingefahren werden. Für die zollfreien Güter zweigt in der Nähe der Molenwurzel nach Norden zu ein Hauptgleis zur Bahn, nach Süden ein solches zur Stadt. Die aus dem Zollschuppen gelangenden verzollten Güter werden auf seitlichen Nebengleisen in die Hauptgleise eingeführt. Das unter Zollverschluß befindliche Gelände ist von einem Stacheldrahtzaun umgeben und hat zwei Ausgänge dort, wo die beiden Hauptgleise das Zollgebiet verlassen. Für die dort befindlichen Zollbeamten sind kleine Häuschen aufgestellt.

Der Zollschuppen ist aus Stampfbeton hergestellt und mit ebensolchem Fußboden versehen. In dem der Mole zu-

nächst liegenden Teile befinden sich die Bureauräume und zwar das Dienstzimmer für den Zollamtsvorsteher und ein Raum für das Publikum zum Schreiben usw. Die Zollanmeldung erfolgt von hier aus durch ein Schalterfenster, ebenso die Entrichtung der Zollgebühren nach erledigtem Zollgeschäft. Hinter diesen Räumen, durch massive Wände abgeschlossen, befindet sich der Lagerraum, der durch sechs je 2,50 m breite Tore mit den 2 m breiten massiven Rampen in Verbindung steht, die 0,5 m über dem Gelände angeordnet sind. Die Herstellungskosten der Zollanlage betrugen 60 000 ℳ.

Der Leuchtturm. In der Achse der Mole, rd. 120 m hinter der Molenwurzel ist auf einem Hügel 12 m über N.N.



Abb. 16. Ansicht.



Abb. 17. Grundriß.

Abb. 16 u. 17. Leuchtturm.

ein Leuchtturm errichtet worden, so daß er mit dem auf dem Molenkopf erbauten Hafenfeuer die Einfahrt in den Hafen anzeigt (Abb. 11 Bl. 35). Um gegen die vielen sonstigen Feuer der Stadt, die bei klarem Wetter weit zu sehen sind, das Leuchtturmfeuer leicht und sicher unterscheiden zu können, ist ein Blinkfeuer gewählt worden für eine Lichtweite von 14 Seemeilen, dessen Brennpunkt 13 m über dem Gelände, d. h. 25 m über Sw.N. liegt (Text-Abb. 16 und 17). Die Anlage ist ähnlich derjenigen gewählt worden, wie sie auf Due Odde, der Südspitze von Bornholm vorhanden ist: in der Mitte erhebt sich der 10 m hohe Turm, um den segmentförmig die Nebengebäude für Wärter und Materialien sich gruppieren. Sämtliche Maurerarbeiten am Turm, sowie die Fundamente und Sockel der Nebengebäude sind aus Bruchsteinen hergestellt, die Fensterumrahmungen in Zementmörtel geputzt und kräftig abgesetzt. Die Treppe und Plattform sind in Zementbeton mit Eiseneinlage ausgeführt. Das Mauerwerk der Nebengebäude ist aus Stampfbeton gefertigt, von einfachen Satteldächern mit Pappeindeckung überragt. Die Baukosten betrugen 24 506,68 ℳ. Die geographische Lage des Leuchtturmes ist bestimmt auf 22° 41′ 24,5″ südliche Breite und 14° 31′ 34,8″ östliche Länge.

Das auf der Molenspitze befindliche rote Hafenfeuer ist auf einer 6,5 m hohen Säule aufgestellt, die aus behauenen Granitquadern besteht. Eine genaue Kostenaufstellung konnte noch nicht erfolgen.

Eine Zusammenstellung der Kosten der übrigen Bauten, die vom Hafenbauamte noch ausgeführt wurden, aber außerhalb des Rahmens desselben lagen, ergibt eine Summe von über 287 000 ℳ.

Arbeiterverhältnisse.

Mit den s. Zt. in Deutschland angeworbenen Arbeitern war ein Vertrag auf die Dauer von drei Jahren abgeschlossen worden, in dem den Arbeitnehmern außer einer Ausrüstung in Höhe von je 166,50 ℳ und freier Überfahrt eine nach Ablauf eines jeden Monats zahlbare Löhnung von 100 ℳ zugesichert war, die bei zufriedenstellenden Leistungen erhöht werden sollte. Ferner erhielten sie freie Verpflegung, freie Unterkunft nach Maßgabe der in Swakopmund herrschenden Verhältnisse, freie ärztliche Behandlung, freie Medizin und unentgeltliche Aufnahme in das Lazarett, sowie nach dreijähriger Arbeitszeit im Schutzgebiete oder auf ärztliche Anordnung freie Rückreise bis nach dem Heimatorte. Hingegen war der Arbeitnehmer verpflichtet, jede ihm vom Arbeitgeber übertragene Arbeit, wenn sie auch nicht seinem Handwerk entsprach, zu verrichten. In Fällen von Ungehorsam, Trägheit, Trunkenheit usw. konnten vom Arbeitgeber Geldstrafen bis zu 30 ℳ festgesetzt werden. Bei andauernder Trägheit, Trunkenheit, grober Widersetzlichkeit und Verbrechen, welche nach den Gesetzen mit Gefängnis oder Zuchthaus bestraft werden, konnte sofortige Entlassung erfolgen. Ferner war vereinbart, daß der Lohn nur zu zwei Drittel bar ausgezahlt wurde, während das andere Drittel gutgeschrieben und erst nach Ablauf des Vertrags zur Auszahlung gelangen sollte. Gerade diese Bestimmung hat sich für beide Teile als durchaus notwendig und zweckmäßig erwiesen.

In der ersten Zeit nach der Ankunft in Swakopmund war es nötig, die Arbeiter in Gruppen von 10 bis 12 Mann wegen Mangels an Wohnräumen unterzubringen. Nachdem jedoch das Arbeiterwohnhaus fertig gestellt war, erhielten je fünf Mann ein Zimmer, das 7 m lang, 3,5 m breit und 3,5 m hoch war. Für genügend Licht und Zuführung stets frischer Luft war Sorge getragen. In jedem Zimmer war außer den Betten, die aus eisernem Gestell mit Matratze und Schlafdecken bestanden, noch hinreichend Raum für Tische, Bänke und Schränke. Ein Weißer und einige Eingeborene sorgten für die Reinigung und Instandhaltung der Räume nebst Zubehör. Um den Arbeitern Gelegenheit zu geben, in ausreichender Weise ihre Wäsche und Kleidungsstücke in Ordnung zu halten, war für diese Zwecke der Sonnabendnachmittag freigegeben. Die Arbeitszeit war von 7 bis 11 und 2 bis 6 Uhr festgesetzt.

Besondere Fürsorge war der Verpflegung der Arbeiter gewidmet. In der im Arbeiterwohnhause befindlichen Mannschaftsküche wurde das Essen für sämtliche Arbeiter zubereitet und gelangte nach dem Speisesaal hin zur Ausgabe. Eine eigene Bäckerei sorgte für Herstellung der Brote. Allmonatlich gelangte ein neuer Speisezettel zur Ausgabe mit ver-

änderter Speisenfolge. Welcher Art die Verpflegung war, möge aus dem Speisezettel vom Februar 1899 hervorgehen:

	Mittags	Abends
Montag:	Erbsen mit Speck.	Fr. Fleisch mit Reis.
Dienstag:	Fr. Fleisch mit Bohnen.	Fr. Fleisch mit Nudeln.
Mittwoch:	Fr. Fleisch mit Griesklößen.	Tee mit Speck.
Donnerstag:	Büchsenfl. mit Linsen.	Fr. Fleisch mit Reis.
Freitag:	Fr. Fleisch mit Graupen.	Fr. Fleisch mit Sago.
Sonnabend:	Hammelfleisch mit Reis.	Cornedbeef mit Tee.
Sonntag:	Fr. Fleisch, Makkaroni mit Backobst.	

Später wurde die Beköstigung insofern besser, als Kartoffeln, Dörr- und frisches Gemüse einen Tag um den andern zur Verteilung gelangten. Es wurden täglich für einen weißen Arbeiter verausgabt: 1000 g frisches Rind-, Hammel- oder Schweinefleisch, 70 g Kaffee, 20 g Tee, 100 g Gries oder Reis oder Graupen, 200 g Linsen, Bohnen oder 300 g Erbsen, 700 g Mehl für Brot, ferner Zucker, Salz, Butter, Milch, Backobst und dergl. mehr.

Das Verhalten der Arbeiter ließ zu Anfang manches zu wünschen übrig. Ein Teil derselben war dem Bauleitenden von der Heimat her als zuverlässig bekannt, um diese scharten sich die guten Elemente von den auf gut Glück Angeworbenen und bildeten dem Werke eine feste Stütze bis zum Schlusse. Da nun aber wegen der Kürze der Zeit, in der die Expedition ausgerüstet wurde, nicht über jeden einzelnen Erkundigungen eingezogen werden konnten, waren auch Leute angeworben, die ernster Arbeit überhaupt nicht zugetan waren, die nur zu dem Zwecke mit hinausgingen, auf jeden Fall die Unzufriedenen zu spielen, auch spukten in den Köpfen vieler die alten Lederstrumpfgeschichten aus der Jugendzeit, und sie gedachten, die Erzählungen aus Wildwest in Deutsch-Südwestafrika zu verwirklichen. So mußte denn gleich in der ersten Zeit, nachdem alle gütlichen Zureden und Maßnahmen vergeblich waren, zu Zwangsmaßregeln gegriffen werden; zwei Vorarbeiter und 9 Arbeiter wurden entlassen. Dann war die Ruhe wieder hergestellt und blieb auch bis zum Schlusse bestehen, von einzelnen Ausschreitungen abgesehen, wie sie auf jeder Baustelle vorkommen.

Um die Arbeiter in den Freistunden in angemessener Weise zu beschäftigen, wurde unter ihnen eine Turnvereinigung gegründet, die Mittwoch und Sonnabend von 8 bis 10 Uhr abends im Saale des Arbeiterwohnhauses ihre Übungen abhielt und Sonntag nachmittags sich zu volkstümlichen Spielen im Freien zusammenfand. Zu Ostern und Pfingsten wurden zwei- bis dreitägige Fußreisen in das Innere unternommen, zu Weihnachten und Kaisers Geburtstag fanden gemeinsame Feiern im Saale statt. Die weißen Arbeiter fanden hauptsächlich Verwendung als Handwerker bei den schwierigen und gefährlichen Arbeiten des Vorbauens der Mole, sowie als Aufseher über die Eingeborenen.

Eingeborene Arbeiter. Im März 1899 wurden die ersten Eingeborenen in den Betrieb eingestellt, es waren dies 20 Bergdamara, die aus dem Erongogebirge geworben waren. Ihnen folgten bald andere Trupps nach vom Stamme der Herero und der Ovambo. Hottentotten wurden nicht beschäftigt. Zuerst wurden sie nur zu den gröbsten Arbeiten herangezogen im Steinbruch, Sandberg und dergl. Später konnten mehreren von ihnen auch schwierigere Arbeiten übertragen werden, wie Anfertigen der Bohrlöcher, Mischen des Betons, sogar zu Schmiedearbeiten waren sie zu verwenden. Untergebracht waren sie auf einer besonderen Werft, die zuerst nur aus den landesüblichen Pontoks bestand. Später wurden diese durch Baracken aus Holz und Wellblech ersetzt. An Lohn erhielt jeder 15 ℳ monatlich, außerdem als Verpflegung täglich 1 Pfund Fleisch, 1 Pfund Reis oder Mehl und $^1/_2$ Pfund Biskuit, ferner an jedem Sonnabend 1 Platte Tabak und 1 Schachtel Streichhölzer.

Die Leistungen der Schwarzen waren fast durchweg zufriedenstellend; sie waren willig zur Arbeit und anstellig; strenge, aber gerechte Behandlung mußte ihnen zuteil werden. Durchschnittlich waren beim Hafenbau beschäftigt 78 Weiße, 197 Eingeborene, am wenigsten im Februar/März 1899 (42 Weiße und 3 Eingeborene), am meisten im März/September 1902 (142 Weiße und 520 Eingeborene).

Die Gesundheitsverhältnisse waren im ganzen gut. Die Anzahl der Erkrankungen betrug bei den weißen Arbeitern im Jahre

1899 — 18,8 vH.
1900 — 11,9 vH.
1901 — 11,1 vH.
1902 — 10,0 vH.

Die Zahl der Todesfälle betrug im ganzen 0,32 vH. Bei den Eingeborenen betrug die Anzahl der Erkrankungen im Jahre

1900 — 7,0 vH.
1901 — 9,0 vH.
1902 — 10,0 vH.

und die Zahl der Todesfälle 1,06 vH.

Hauptsächlich traten auf Erkrankungen des Darmes und der Atmungsorgane und zwar besonders in den Wintermonaten.

Schluß.

Nachdem im Januar 1903 die erforderlichen Einebnungund Aufräumungarbeiten vorgenommen waren, fand am 12. Februar d. J. die Einweihung der Mole statt. Vom Hafenbauamte wurde diese dem Kaiserlichen Gouvernement übergeben, welches die Hafenanlage für eröffnet erklärte.

Es war ein eigenartiges Bauen einige Tausend Kilometer fern von der Heimat, wo man andere Bauweise gewohnt war und wo so ziemlich alle Verhältnisse grundverschieden sind von denen in Deutsch-Südwestafrika. Nicht standen die bewährten Hilfsmittel und Maschinen zur Verfügung, wie sie daheim seit langem erprobt waren; viele Monate währte es, bis Neubestellungen und Ersatzteile beschafft werden konnten. Nicht minder schwierig waren die Arbeiterverhältnisse. Empfindlich war die Störung, wenn, wie es gleich im Anfang der Fall war, von 57 Arbeitern 11 entlassen werden mußten; schwer zu ersetzen war der plötzliche Abgang von 37 Mann, die nach Beendigung des Burenkrieges die Baustelle verließen, um in Transvaal ihr Glück zu versuchen. Ebenso brachte der häufige Wechsel von Eingeborenen, die auf Geheiß ihrer Häuptlinge scharenweise, oft 50, sogar 100 Mann, plötzlich bei Nacht und Nebel verschwanden, mannigfache Nachteile mit sich. Auch die nicht selten mißlichen klimatischen Verhältnisse und in deren Gefolge die häufigen Krankheiten und Seuchen erschwerten die Aufgabe ungemein.

Swakopmund, im März 1903.

Ortloff, Kgl. Wasserbauinspektor.

Neues Verfahren zur zeichnerischen Auswertung schwieriger Funktionen für technische und physikalische Zwecke.

I. Vorbemerkungen.

Das zu erörternde Verfahren zeigt allerdings Anklänge an andere mittels des Seilpolygons behandelte Aufgaben, auch an die zeichnerische Integration; man wird jedoch bei näherer Einsichtnahme nicht verkennen, daß hier andere und allgemeinere Gesichtspunkte zugrunde gelegt sind, daß vor allem der Gedanke, vorweg den Tangentenwinkel der das Seilpolygon darstellenden Kurve als unabhängig veränderliche Größe in die Koordinatengleichungen einzuführen, eigenartig und fruchtbar ist, auch auf ein sehr einfaches und übersichtliches Zeichenverfahren hinausläuft. Sofern für eine darzustellende Kurve nur die eine Koordinatengleichung eine leichte ziffermäßige Berechnung der Einzelwerte ermöglicht, während die andere Koordinatengleichung auf ein transzendentes Integral oder auf eine schwierig auszuwertende geschlossene Funktion hinauskommt, wird das Verfahren sehr schnell eine für technische oder naturwissenschaftliche Zwecke ausreichend genaue Zeichnung der gesuchten Kurve, mithin auch die Einzelwerte der zweiten Koordinatenschar ergeben. Unter geeigneten Maßregeln, wie sie bei einiger Überlegung für jeden Einzelfall bald zu erkennen sind, liefert sodann das Verfahren selbst bei einer mäßigen Anzahl von Teilungen so genaue Ergebnisse, daß die Zeichnung sich von einem auf Grund der Berechnung beider Koordinatenscharen entworfenen Bilde nicht mehr unterscheidet, selbst wenn ein großer Maßstab gewählt wird. Bei den zunehmenden Fortschritten auf dem Gebiete der reinen und angewandten Mathematik treten auch zunehmend die erwähnten transzendenten Funktionen auf und stellt sich immer mehr das Bedürfnis heraus, deren Verlauf aus Meßbildern oder aus überschlägig berechneten Tabellen zu erkennen. Im Wege der Rechnung bildet aber zuweilen schon die Ermittlung eines überschlägigen Einzelwertes eine geisttötende Arbeit von vielen Stunden; ganz abgesehen davon, daß derartige Berechnungen, z. B. diejenigen der immer mehr zur Geltung kommenden elliptischen Funktionen, besondere Kenntnisse verlangen. Handelt es sich nun gar um eine Schar von Einzelwerten, so geht die Leistung meistenteils über die Kraft eines einzelnen Menschen hinaus. Die bloße Untersuchung einer verwickelten Funktion auf ihre besonderen Punkte, wie Maxima und Minima, Wendepunkte, Schnittpunkte mit den Achsen usw., gibt einerseits kein ausreichendes Bild; anderseits führen in solchen Fällen selbst diese Rechnungen auf schwierige oder transzendente Gleichungen, aus denen kaum zu ersehen ist, wie häufig jene Sonderheiten der Funktion sich wiederholen. Es kann mit Sicherheit angenommen werden, daß zufolge solcher Schwierigkeiten gewisse Gesetze, welche sonst eine reichere Ausbeute geliefert hätten, nicht weiter verfolgt worden sind; das Endergebnis war zwar in einer Formel dargelegt, das Wesen der Funktion blieb aber dennoch verborgen, so daß sich nicht einmal übersehen ließ, welcher Bereich der Gültigkeit dieser Formel mit Bezug auf eine zu erörternde mechanische, physikalische und geometrische Aufgabe zuzuschreiben ist.

In der angewandten Mathematik, mit Ausnahme der Astronomie, kommt es nun in den meisten Fällen weniger auf ein scharfes Rechnen, als auf eine klare Übersicht über den Verlauf der Funktion an. Die hier in Betracht zu ziehenden Formeln umschließen nämlich auch solche Gesetze, die im Wege der Beobachtung und auf Grund von Messungen nur näherungsweise festgestellt werden können, wie die Gesetze der Elastizität, der Reibung, der Widerstände von flüssigen und luftförmigen Körpern u. dgl. m. Diese Gesetze in vollem Umfange und für jeden Einzelfall genau zutreffend zu erkennen, ist uns versagt; wir sind gezwungen, uns mit durchschnittlichen Ergebnissen und mit annähernd richtigen Zahlenwerten zu begnügen, wie weit auch die Versuche fortgesetzt werden mögen. Im Gegenteile pflegt jede Berichtigung zur Erkenntnis weiterer Umstände zu führen, deren Berücksichtigung noch offen steht; ein Abschluß kann hier niemals erreicht werden. Insofern also, wie auch anläßlich der Unvollkommenheit jedes Meßwerkzeuges, handelt man, um einen Anhalt für die zu treffenden Maßnahmen zu gewinnen, richtiger, die Übersicht zu fördern, dagegen das scharfe Rechnen zu vermeiden. Das bekannte Wort von G. Hagen in seiner Wasserbaukunst, nämlich: „Der Mangel an mathematischer Bildung gibt sich durch nichts so auffallend zu erkennen, wie durch maßlose Schärfe im Zahlenrechnen“, wird heutigen Tages immer mehr anerkannt; auch Professor Th. Wittstein hat es seinen logarithmischen Tafeln als „Motto“ voraufgestellt.

II. Andeutungen über die etwa erforderlichen Umgestaltungen und Umsetzungen der Funktionen.

1. In den meisten Fällen werden die in Betracht kommenden Integrale und sonstigen Funktionen bereits in der trigonometrischen Gestalt auftreten; wo solches ausnahmsweise nicht der Fall ist, hat man sie durch passende Umformungen hierauf zurückzuführen. Wenn z. B. in einem nicht trigonometrischen Integral die unabhängig veränderliche Größe x alle Werte zwischen „$-\infty$“ und „$+\infty$“ annehmen darf, ohne daß imaginäre Verhältnisse eintreten, so wird man $x = \operatorname{tg}\varphi$ oder $= \operatorname{ctg}\varphi$ setzen dürfen und demgemäß dx und den ganzen Ausdruck umstellen, je nachdem eine dieser Funktionen für sich allein oder mit beigefügtem Koeffizienten den Ausdruck am meisten vereinfacht und sinngemäß am Platze ist. Wenn aber in der Funktion ein Wurzelausdruck, wie $\sqrt{1-a^2x^2}$ auftritt, darf ax sich nur zwischen „-1“ und „$+1$“ bewegen, damit die Wurzelgröße nicht imaginär wird. Man würde dann z. B. $ax = \sin\varphi$ oder $\cos\varphi$ zu setzen haben, wonach $\sqrt{1-a^2x^2} = \cos\varphi$ oder $= \sin\varphi$ würde. Ebenso könnte man alsdann $ax = \operatorname{tg}\frac{\varphi}{2}$ setzen, da auch diese Funktion sich zwischen den genannten Grenzen hält und im allgemeinen vorteilhafte und einfache Ausdrücke herbeiführt. Im übrigen kommt es hier auf mathematische Einsicht an.

2. Es kann erforderlich werden, die nicht trigonometrische Koordinatengleichung einer bestimmten Kurve derartig trigonometrisch umzugestalten, daß der Tangentenwinkel τ der Kurve, oder $\frac{\pi}{2} - \tau$ oder $\pi - \tau$ die unabhängig veränderliche Größe bilden, daß also τ gleichmäßig zunimmt oder abnimmt, wäh-

rend dies zuvor bei x der Fall war. Die neuen Gleichungen werden alsdann zwar jener Kurve angehören, die einzelnen dx werden aber nicht mehr gleich groß sein.

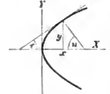


Abb. 1.

Als einfaches Beispiel soll zunächst die Parabel angeführt werden, deren übliche Gleichung im Anschlusse an die Achsenlage in Abb. 1 lautet:

$$y = \sqrt{2px}.$$

Hier ist $\operatorname{tg} \tau = \frac{dy}{dx} = \frac{p}{\sqrt{2px}} = \frac{p}{y}$, mithin $y = p \cdot \operatorname{ctg} \tau$. Für die Integration ist hier jedoch der Komplementwinkel u bequemer, da u mit x und y von Null ausgeht, wonach

$$y = p \cdot \operatorname{tg} u.$$

Die Differentiale du und $d\tau$ unterscheiden sich nur dem Vorzeichen nach. Da nunmehr

$$\frac{dx}{dy} = \operatorname{tg} u \text{ oder } dx = \operatorname{tg} u \cdot dy = p \cdot \operatorname{tg} u \cdot \frac{du}{\cos^2 u} = p \cdot \frac{\sin u \cdot du}{\cos^3 u},$$

wird $x = p \left| \frac{1}{2 \cos^2 u} \right|_0^u = \frac{p}{2}\left(\frac{1}{\cos^2 u} - 1\right) = \frac{p}{2} \cdot \operatorname{tg}^2 u.$

Aus diesen beiden neuen Gleichungen:

$$\left. \begin{array}{l} x = \frac{p}{2} \cdot \operatorname{tg}^2 u \\ y = p \cdot \operatorname{tg} u \end{array} \right|$$

erkennt man sofort die Ausgangsgleichungen zwischen y und x.

Da beide Koordinaten die Werte zwischen Null und ∞ annehmen, hat hier die Funktion $\operatorname{tg} u$ Platz gegriffen. Dieses Beispiel ist absichtlich etwas weit ausgeführt; es hätte genügt, den zunächst für y ermittelten Ausdruck in die Ausgangsgleichung einzuführen, um x zu erhalten.

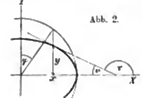


Abb. 2.

Als zweites Beispiel werde eine Ellipse mit den Halbachsen a und b betrachtet, wo a in die X-Achse fällt. Im Anschluß an Abb. 2 lauten deren Koordinatengleichungen in bereits trigonometrischer Gestalt:

$$\left. \begin{array}{l} x = a \cdot \sin \varphi \\ y = b \cdot \cos \varphi \end{array} \right| \text{ wonach } \operatorname{tg} \tau = \frac{dy}{dx} = -\frac{b}{a} \cdot \operatorname{tg} \varphi.$$

Man wählt hier besser den spitzen Nebenwinkel v, der mit φ von Null ausgeht, als unabhängig veränderliche Größe, so daß wieder dv und $d\tau$ sich nur dem Vorzeichen nach unterscheiden. Ermittelt man sodann aus der Gleichung

$$\operatorname{tg} v = \frac{b}{a} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ oder } \operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{b} \cdot \operatorname{tg} v$$

die Werte für $\sin \varphi$ und $\cos \varphi$ und setzt diese in die obigen Gleichungen ein, so ergeben sich nach einigen Umrechnungen

$$x = \frac{a^2 \cdot \sin v}{\sqrt{b^2 \cos^2 v + a^2 \sin^2 v}} \text{ und } y = \frac{b^2 \cdot \cos v}{\sqrt{b^2 \cos^2 v + a^2 \sin^2 v}}$$

als Gleichungen nach der unabhängig veränderlichen v, welche in diesem Falle verwickelter sind als die Ausgangsgleichungen.

3. Weiterhin ist folgendes zu überlegen: Man denke sich die einzelnen Bogenelemente einer Kurve nach der zugehörigen Gleichung abgeteilt, die Kurve sodann in eine andere Lage gebogen und unter Festhaltung der früheren Hauptachsen X und Y neue Koordinaten eingeführt, welche sich an die früheren Bogenteilpunkte anschließen. Obwohl nun beide Kurven, mithin auch ihre Gleichungen, durchaus verschieden sind, auch das Verfahren in beliebiger Mannigfaltigkeit sich wiederholen läßt, bleiben die Kurven und ihre Bogenelemente von gleicher Länge und lassen sich übereinander derartig aufrollen, daß Element mit Element sich deckt. Dieser Fall tritt stets ein, sobald die Bogenlängen verschiedener Kurven auf das gleiche Integral hinauskommen. Wenn also $\chi(\varphi) \cdot d\varphi$ der feststehende Ausdruck für das Bogenelement ds ist, und $f(\varphi) \cdot d\varphi$ und $\psi(\varphi) \cdot d\varphi$ sind die Differentiale irgendwelcher zugehöriger Koordinaten dx und dy, so gilt allgemein die Gleichung

$$\{\chi(\varphi)\}^2 = \{f(\varphi)\}^2 + \{\psi(\varphi)\}^2, \text{ da } ds^2 = dx^2 + dy^2.$$

Wird für eines der rechtsseitigen Glieder eine beliebige Funktion eingeführt, so bestimmt sich dadurch das andere Glied. Da φ als die unabhängig veränderliche Größe gilt, bleiben auch die Integrationsgrenzen in allen Fällen die gleichen.

Faßt man z. B. das elliptische Hauptintegral I als die Länge einer Kurve auf, so lassen dieser sich sowohl die Koordinaten

$$\varphi \text{ und} \int_0^\varphi \frac{k \sin\varphi \cdot d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2\varphi}}, \text{ wie auch} \int_0^\varphi \frac{\sin\varphi \cdot d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2\varphi}} \text{ und} \int_0^\varphi \frac{\cos\varphi \cdot d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2\varphi}}$$

zugrunde legen. Je eine der beiderseitigen Koordinaten kommt zufälligerweise bei diesem Beispiele auf das gleiche Integral hinaus; jedoch ist eines derselben mit dem Koeffizienten k behaftet, so daß die Maßlängen sich dennoch unterscheiden. Die Richtigkeit ist ohne weiteres ersichtlich, da

$$\int \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi}} = \int \sqrt{1 + \frac{k^2 \sin^2 \varphi}{1 - k^2 \sin^2 \varphi}} \cdot d\varphi$$
$$= \int \sqrt{\frac{\sin^2 \varphi}{1 - k^2 \sin^2 \varphi} + \frac{\cos^2 \varphi}{1 - k^2 \sin^2 \varphi}} \cdot d\varphi.$$

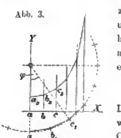
Bei diesem Beispiele entsprechen aber nur die letzteren Koordinaten dem zuvor erwähnten Erfordernisse, daß $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \varphi$, mithin die unabhängig veränderliche Größe φ auch die Tangentenwinkel bildet; wollte man die ersteren Koordinaten für das nachstehende Verfahren benutzen, so müßte die unter 2 dieses Abschnittes beschriebene Umsetzung in τ erfolgen. Dieses Beispiel wird weiterhin näher ausgeführt.

III. Darlegung des zeichnerischen Verfahrens.

Aus dem des öfteren hervorgehobenen Umstande, wonach der Tangentenwinkel als die unabhängig veränderliche Größe in die Koordinatengleichung eingeführt werden soll, läßt das zeichnerische Verfahren sich leicht erkennen. Aus dem nicht transzendenten oder leichter auszuwertenden Integral berechnet man nämlich die eine Koordinatenschar, z. B. die Abszissen, trägt diese auf die zugehörige Achse als Strecken ab, ac usw. auf und errichtet in abc usw. die rechtwinkligen Richtungslinien der anderen Koordinaten. Ferner wird der Umfang eines Hilfskreises derartig eingeteilt, daß die einzelnen Mittelpunktwinkel φ denjenigen Werten der unabhängig veränderlichen Größe φ entsprechen, welche zuvor der Berechnung der Abszissen zugrunde lagen (vgl. Abb. 3). In den meisten Fällen wird man die Zunahme der Werte von φ gleichmäßig

erfolgen lassen, und jedenfalls unter Abschluß am Ende eines jeden Quadranten, weil diese Endwerte sich stets vereinfachen, auch in der Zeichnung der Kurve eine gewisse Rolle spielen, welche man leicht erkennen wird; unter letzteren Voraussetzungen wird aber die Einteilung jedes Quadranten des Hilfskreises eine gleichmäßige sein. Werden sodann zu den Kreissehnen $a_1 b_1$, $b_1 c_1$ usw. die Parallelen $a_2 b_2$, $b_2 c_2$ usw. von einem gewissen Punkte a_2 aus gezogen, so ergeben sich die Punkte $a_2 b_2 c_2$ usw. als die Schnittpunkte der zugehörigen Kurve mit der zweiten Koordinatenschar. Denn die unabhängig veränderliche Größe φ bildet gleichzeitig der Voraussetzung nach den Tangentenwinkel τ, und es besteht durchweg das Verhältnis

Abb. 3.



$$\frac{\triangle y}{\triangle x} = \operatorname{tg} \tau = \operatorname{tg} \varphi.$$

Das Verfahren bleibt das gleiche, wenn anstatt der Abszissen die Ordinaten berechnet sind: man würde die letzteren auf die Y-Achse auftragen, die wagerechten Richtungslinien der Abszissen ziehen und in diese einschneiden.

Wie ersichtlich, wird vorausgesetzt, daß die Sehnen in den einzelnen Kurvenstrecken nach einem gewissen mittleren Tangentenwinkel verlaufen; eine Annahme, welche um so mehr gerechtfertigt ist, je kleiner die Teilung von φ gewählt wird. Im allgemeinen ist aber eine enge Teilung nicht erforderlich, sondern sogar schädlich, da sie zu Fehlern in der Festlegung der Sehnenrichtungen Veranlassung gibt. Jedenfalls empfiehlt es sich daher, den Halbmesser des Hilfskreises möglichst groß zu wählen und die Sehnen über den Kreisumfang hinaus zu verlängern, um der Parallelen sich mehr zu vergewissern. Da der Hilfskreis sich um seine Sehnen herumzieht, so wird auch die entstandene Kurve freihändig in gleicher Weise zu ergänzen sein; ein Fehler wäre es, sie als innere Berührungslinie der Sehnen zu beschreiben, da die Punkte $a_2 b_2 c_2$ der Kurve angehören.

Bei einiger Überlegung wird man hinsichtlich der Anzahl der Teilungen dem jedesmaligen Erfordernisse leicht Rechnung tragen können; die Genauigkeit des Ergebnisses ist aber selbst bei mäßiger Teilung eine überraschende. Will man durch eine Probe der Richtigkeit sich vergewissern, so sind die am Ende eines jeden Quadranten von φ auftretenden Werte rechnungsmäßig festzustellen, wobei selbst bei transzendenten oder sonstigen schwierigen Funktionen stets eine große Vereinfachung der Rechnungen eintritt, da hier die trigonometrischen Funktionen entweder einfache Werte annehmen, oder da einzelne Glieder aus der Rechnung gänzlich ausscheiden. Zeigt es sich alsdann, daß die Kurve nicht auf den berechneten Endpunkt trifft, so hat man unter Zugrundelegung des Rechnungswertes die Zeichnung nochmals nach rückwärts hin zu vollziehen und die beiden Kurvenzüge freihändig auszugleichen.

Unter den mannigfachen Fällen, in denen das Verfahren anwendbar ist, sollen nunmehr einige Fälle hervorgehoben werden:

1. Das Verhältnis zweier Differentialquotienten ergebe die Werte $\operatorname{tg} \varphi$ oder $\operatorname{ctg} \varphi$; alsdann stehen sich zwei Integrale von der Gestalt $\int f(\varphi) \sin \varphi \cdot d\varphi$ und $\int f(\varphi) \cos \varphi \cdot d\varphi$ als Koordinaten einer Kurve gegenüber, deren Tangentenwinkel $= \varphi$ oder $= \frac{\pi}{2} - \varphi$ ist. Man gehe von dem einfacheren Integral aus und bestimme die Werte des anderen.

2. Wenn aber der auszuwertende Ausdruck hierbei nicht als Integral, sondern als eine geschlossene und schwierig zu berechnende Funktion vorliegt, so differenziere man diese, versehe das Differential mit dem Faktor $\operatorname{tg} \varphi$ oder $\operatorname{ctg} \varphi$ und versuche, ob der so entstandene Ausdruck auf ein leicht auszuwertendes Integral führt. Von diesem gehe man unter Beachtung der Grenzen auf die schwierige Funktion über.

Beispiel zu 1 oder 2. Das auch in der Technik auftretende elliptische Integral

$$\int_0^\varphi \frac{\sin^2 \varphi \cdot d\varphi}{\triangle(\varphi, k)}, \text{ d. h. } \int_0^\varphi \frac{\sin^2 \varphi \cdot d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi}}$$

soll als eine der Koordinaten dargestellt werden. Man versehe den unter dem Integralzeichen stehenden Ausdruck mit dem Faktor $\operatorname{ctg} \varphi$ und erhält als zweite Koordinate:

$$\int_0^\varphi \frac{\sin \varphi \cdot \cos \varphi \cdot d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi}} = \int_0^\varphi -\frac{1}{k^2} \cdot \frac{dz}{2\sqrt{z}} = -\left|\frac{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi}}{k^2}\right|_0^\varphi$$

$$\text{„ „ „} = \frac{1}{k^2}\left\{1 - \triangle(\varphi, k)\right\}$$

Von letzterem Ausdrucke ist nunmehr auszugehen. Er läßt sich in einfacher Weise berechnen; denn setzt man $k \cdot \sin \varphi = \sin \psi$, so ist $\triangle(\varphi, k) = \cos \psi$. Das Bild für diese Aufgabe ist weiterhin angegeben, ebenso wie der häufig wiederkehrende Ausdruck $\triangle(\varphi, k)$ zeichnerisch dargestellt ist.

3. Es sei eine Kurve zu zeichnen, deren Bogenlänge durch ein Integral von der Gestalt $\int \chi(\varphi) \cdot d\varphi$ bestimmt wird. In erster Linie wird man versuchen, von den Koordinaten

$$\int \chi(\varphi) \cdot \cos \varphi \cdot d\varphi \quad \text{und} \quad \int \chi(\varphi) \cdot \sin \varphi \cdot d\varphi$$

auszugehen, da diese vorweg dem Erfordernis Genüge leisten, daß die unabhängig veränderliche Größe φ und der Tangentenwinkel τ übereinstimmen. Ist aber keines dieser letzteren Integrale in einer geschlossenen Funktion darstellbar oder überhaupt leicht auszuwerten, so hat man gemäß Nr. 3 des Abschnittes II eine Änderung der Koordinatengleichungen vorzunehmen und gemäß Nr. 2 desselben Abschnittes daraufhin den neuen Tangentenwinkel τ als unabhängig veränderliche Größe einzuführen. Für eine der Koordinaten wird sich alsdann bald ein zur Auswertung passendes Integral finden lassen, wodurch nicht allein die Kurve, sondern auch die zweite Koordinatenschar gefunden ist.

4. Es könnte der Fall vorkommen, daß die Zurückführung des auszuwertenden Ausdruckes auf eine der Koordinaten mit Schwierigkeiten verbunden ist oder nicht erkannt wird, während es gelingt, die Bogenlänge für diese Funktion zugrunde zu legen. Dieser Fall wäre insofern ungünstig, als man die Werte mit einem fein eingestellten Teilungszirkel auf dem Bogen abmessen müßte. Wenn man sich aber der Länge der vom Zirkel umfaßten kleinen Strecke durch vielfach wiederholte Abtragung auf einem geraden Maßstabe und durch Division der Gesamtlänge durch die Anzahl der Wiederholungen versichert hat und zur Abmessung der Teilungsreste einen zweiten Zirkel benutzt, werden auch auf

diese Weise befriedigende Ergebnisse schnell zu gewinnen sein, besonders wenn ein großer Maßstab für die Zeichnung gewählt wird.

5. In Fällen, wo zwei Integrale von der Gestalt $\int f(\varphi)\cdot\sin\varphi\cdot d\varphi$ und $\int f(\varphi)\cdot\cos\varphi\cdot d\varphi$ transzendent sind, während $\int f(\varphi)\cdot d\varphi$ sich leicht berechnen läßt, und wo lediglich eine Übersicht über den Verlauf der beiden transzendenten Integrale bei geringem Grade von Genauigkeit verlangt wird, kann auch folgendes Verfahren Anwendung finden: Das bekannte Integral wird als maßgebend für die Länge einer Kurve aufgefaßt, in der Folge der einzelnen φ berechnet und mittels des Hilfskreises in der Weise gezeichnet, daß der Unterschied je zweier aufeinanderfolgenden Werte auf der entsprechenden Neigungslinie als Sehnenstück des Bogens abgetragen wird. Durch Projektion der einzelnen Sehnenstücke auf die Hauptachsen erhält man sodann die Werte der beiden gesuchten Integrale abgeteilt. Die größere Ungenauigkeit entsteht hier dadurch, daß anstatt der Bogenlänge die Sehnenlänge zugrunde gelegt ist; das Verfahren wird somit um so genauer sein, je kleiner die Teilung gewählt wird. Die Bedingung, daß φ der Tangentenwinkel ist, trifft hier vorweg zu. Sonstige Maßnahmen werden für jeden Einzelfall zu überlegen sein, wobei im besonderen die Umsetzung der Koordinatengleichungen nach Nr. 3 des vorigen Abschnittes sich als fruchtbar erweisen kann.

IV. Beispiele.

In den nachfolgenden Beispielen ist auf elliptische Integrale Bezug genommen, nicht allein des hohen Interesses wegen, welche diese Funktionen bieten, sondern auch wegen der großen Schwierigkeiten ihrer rechnungsmäßigen Auswertung, sobald es sich um eine größere Anzahl von Werten handelt. Ausreichende und zur Interpolation geeignete Tafeln lassen sich hierüber nicht aufstellen, da für die beiden ersten Hauptintegrale ein doppelter, für das dritte sogar ein dreifacher Eingang erforderlich würde. Die von Legendre mit Hilfe seiner Schüler für die beiden ersten Hauptintegrale berechneten Tafeln gewähren einen sehr geringen Anhalt. Als für technische Zwecke ausreichend können nur die für die sogenannten „vollständigen" Integrale der beiden ersten Hauptgattungen, also mit Bezug auf die Grenzen 0 und $\frac{\pi}{2}$, ermittelten Werte gelten, wie sie in Ligowskis Taschenbuch der Mathematik (Ernst u. Sohn, Berlin) auf vier Dezimalen zutreffend abgedruckt sind. Zu bemerken ist sodann, daß der zeichnerischen Bestimmung der Winkelfunktion stets die Bogenlänge zugrunde zu legen ist, so daß $\frac{\pi}{2}$ eine Strecke von 1,5708 Längeneinheiten darstellt.

1. Es ist eine Kurve zu zeichnen, deren Bogenlänge dem elliptischen Hauptintegral I entspricht.

Versieht man dieses Integral mit dem Koeffizienten k und bezeichnet in üblicher Weise die Wurzelgröße $\sqrt{1-k^2\sin^2\varphi}$ mit $\triangle(\varphi, k)$, so ist

$$k\int_0^\varphi \frac{d\varphi}{\sqrt{1-k^2\sin^2\varphi}} = k\int_0^\varphi \frac{d\varphi}{\triangle(\varphi, k)}$$

das darzustellende Integral. Unter den vielfachen hierfür geeigneten Koordinaten ergeben sich als zunächst ersichtlich und der zum öftern erwähnten Bedingung entsprechend die Koordinaten

$$\int_0^\varphi \frac{k\cos\varphi\cdot d\varphi}{\triangle(\varphi, k)} \text{ und } \int_0^\varphi \frac{k\sin\varphi\cdot d\varphi}{\triangle(\varphi, k)},$$

deren erstere nach dem bekannten Integral $\int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}$ den Wert arc·sin $(k\sin\varphi)$ annehmen und nach Abb. 4 als Abszissen eingeführt werden. Da diese Funktion über $\varphi = \frac{\pi}{2}$ hinaus in dem gleichen Maße rückläufig wird, wie sie vorhin zunahm, indem $\sin\left(\frac{\pi}{2}+\varphi\right) = \sin\left(\frac{\pi}{2}-\varphi\right)$, da sie auch im dritten und vierten Quadranten sich entsprechend verhält, so entstehen vier doppelt symmetrische Kurvenquadranten entsprechend dem bekannten periodischen Verhalten dieses Integrals. Die Kurve schließt sich also und zeigt bei einem gewissen Modul k, sowie in dessen Nähe eine große Übereinstimmung mit einer Ellipse, ohne jedoch eine solche zu sein. Für den Modul $k = 0$ entartet die Kurve zu einem Punkte, der als ein Kreis mit dem Halbmesser Null aufzufassen ist; für den anderen Grenzmodul $k = 1$ geht arc·sin $(k\sin\varphi)$ in φ über, und die weiterhin berechnete Endordinate des Quadranten, sowie das vollständige Integral $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\cos\varphi}$ werden unendlich groß. Für mittlere Module k genügt es, den Quadranten des Hilfskreises in vier bis fünf Teile gleichmäßig zu zerlegen, um genau mit der berechneten Endordinate abzuschneiden; für höhere Module muß man die Teilung vermehren, und für sehr hohe Module die Kurve vom berechneten Endpunkte aus auch nach rückwärts zeichnen, um beide Kurvenzüge ausgleichen zu können. Die in Abb. 4 gezeichnete Kurve hat den Modul $k = 0{,}5$, also $k^2 = 0{,}25$.

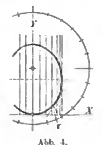


Abb. 4.

Man erhält somit auch die Werte des zweiten schwierigen Integrals, welches nur für die obere Grenze $\frac{\pi}{2}$ einen einfachen Ausdruck ergibt. Es ist nämlich

$$\int \frac{k\sin\varphi\cdot d\varphi}{\sqrt{1-k^2\sin^2\varphi}} = \int \frac{\frac{k}{k_1}\cdot\sin\varphi\cdot d\varphi}{\sqrt{1+\frac{k^2}{k_1^2}\cdot\cos^2\varphi}}, \quad \text{wo } k_1 = \sqrt{1-k^2} \text{ oder } k^2 + k_1^2 = 1.$$

$$\text{„ \quad „} \quad = -\int \frac{dz}{\sqrt{1+z^2}}, \quad \text{wo } z = \frac{k}{k_1}\cdot\cos\varphi; \text{ und nach einigen Umrechnungen:}$$

$$\text{„ \quad „} \quad = -\ln\left\{\frac{1}{k_1}\left(k\cos\varphi + \sqrt{1-k^2\sin^2\varphi}\right)\right\}$$

$$\text{„ \quad „} \quad = -\ln\left\{k\cdot\cos\varphi + \triangle(\varphi, k)\right\} \underbrace{+\ln k_1}_{\text{d. i. } +c}; \text{ mithin}$$

$$\int_0^\varphi \frac{k\sin\varphi\cdot d\varphi}{\triangle(\varphi, k)} = \ln\frac{1+k}{k\cos\varphi + \triangle(\varphi, k)},$$ eine von Null aus-

gehende Funktion. Diese schwierige Funktion geht für $\varphi = \frac{\pi}{2}$ über in

$$\ln \frac{1+k}{\sqrt{1-k^2}} - \ln \frac{1+k}{\sqrt{1+k}\cdot\sqrt{1-k}} = \ln \sqrt{\frac{1+k}{1-k}} - \frac{1}{2} \ln \frac{1+k}{1-k},$$

wodurch ein leicht zu berechnender Probewert gewonnen ist.

Bei Wahl eines sehr niedrigen Moduls, wo beide Koordinaten und der Bogen sich dem Werte Null nähern, tut man besser, das Integral ohne den Koeffizienten k darzustellen, somit auch die für die Koordinaten vorstehend angegebenen Ausdrücke mit dem Faktor $\frac{1}{k}$ zu versehen.

2. In wahrhaft glänzender Weise bewährt sich das Verfahren bei der Behandlung einer vom Verfasser in der „Zeitschrift für Bauwesen", Jahrg. 1901 S. 607, in dem Aufsatze „Über eine bemerkenswerte Gattung von Bogenlinien, ihre Anwendung für hintermauerte Brückengewölbe und ihre Bedeutung in der Hydrostatik" erörterten Kurve. Die Bedingungsgleichung lautet hier $y \cdot \varrho = m^2$, wo ϱ der Krümmungshalbmesser und m^2 eine Konstante ist. Die Kurvengleichung und die Bogenlänge wurden auf folgende Endergebnisse gebracht:

$$\begin{cases} x = \frac{1+k_1^2}{2k_1} \cdot F(\varphi,k) - \frac{1}{k_1} \cdot E(\varphi,k) + \frac{k^2}{k_1} \cdot \frac{\sin\varphi \cdot \cos\varphi}{\triangle(\varphi,k)} \\ y = \frac{1}{\triangle(\varphi,k)} \\ s = \frac{k^2}{2k_1} \cdot F(\varphi,k) \end{cases}$$

wo $F(\varphi,k)$ und $E(\varphi,k)$ die elliptischen Hauptintegrale I und II, $k_1 = \sqrt{1-k^2}$, $\triangle(\varphi,k) = \sqrt{1-k^2\sin^2\varphi}$.

Die nahezu ans Unmögliche grenzende Schwierigkeit, eine größere Anzahl dieser Kurven ohne Tafeln zu berechnen, gibt sich aus der Gleichung für x zu erkennen, zumal da

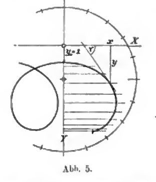


Abb. 5.

schon das dritte, nicht transzendente Glied sich schwer auswerten läßt. Wollte man aber unter Ausgang von einem bestimmten Krümmungshalbmesser des oberen Scheitelelementes die Kurven korblinienartig zeichnen, indem das jedesmalige ϱ am Ende eines Kreisbogenstückes aus der Bedingungsgleichung berechnet wird, so erhielte man eine sehr ungenaue Zeichnung. Unter Zugrundelegung des Tangentenwinkels τ ergibt sich hier:

$$\left.\begin{aligned} dy &= ds \cdot \sin\tau = \varrho \cdot \sin\tau \cdot d\tau \\ dx &= ds \cdot \cos\tau = \varrho \cdot \cos\tau \cdot d\tau \end{aligned}\right\} \text{Abb. 5.}$$

Wird nun das obere ϱ als Kurvenmodul $= r$ und das obere $y_0 = 1$ gesetzt, so erhält man aus der ersteren Gleichung

$\frac{y^2}{2} = -r \cdot \cos\tau + c$, und da $y = 1$, wenn $\tau = 0$,

$$y = \sqrt{1+2r} \cdot \sqrt{1 - \frac{2r}{1+2r} \cdot \cos\tau} \text{ und weiterhin}$$

$$x = \frac{r}{\sqrt{1+2r}} \int_0^\tau \frac{\cos\tau \cdot d\tau}{\sqrt{1 - \frac{2r}{1+2r} \cdot \cos\tau}}.$$ (Vergl. auch die genannte Abhandlung.)

Denn es ist $dy = \varrho \cdot \sin\tau \cdot d\tau$, $y \cdot \varrho = m^2 = r \cdot y_0 = r$, $\varrho = \frac{r}{y}$, mithin $dy = \frac{r}{y} \cdot \sin\tau \cdot d\tau$, $dx = \frac{r}{y} \cdot \cos\tau \cdot d\tau$.

Man geht nunmehr nach geschehener Berechnung der einzelnen $y_{(\tau)}$ mit der Zeichnung vom Endpunkte der oberen Ordinate y_0 aus und erreicht den tiefsten Punkt der Kurve, welche sich ständig in Schleifen wiederholt, am Ende des zweiten Quadranten für $\tau = \pi$. Nach den auf die elliptischen Hauptintegrale I und II bezogenen oberen Gleichungen wird dieser tiefste Punkt aber bereits für $\varphi = \frac{\pi}{2}$ erreicht, wodurch wiederum das periodische Verhalten des die Bogenlänge darstellenden Hauptintegrals I gekennzeichnet ist. Die Gleichungen zwischen den Modulen k und r sowie den Amplituden φ und τ sind in der genannten Abhandlung entwickelt. Es ist

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{1}{k_1} \cdot \operatorname{tg}\frac{\tau}{2}, \quad k = \sqrt{\frac{4r}{1+4r}}, \quad k_1 = \frac{1}{\sqrt{1+4r}}, \quad r = \frac{k^2}{4k_1^2},$$

wonach man die eine Behandlungsweise auf die andere zurückführen kann. Um sich von der Richtigkeit der Zeichnung zu überzeugen, kann man x für den tiefsten Schleifenpunkt aus den am Eingange dieses Abschnittes erwähnten Tabellen der vollständigen Hauptintegrale I und II entnehmen. Da hier $\cos\varphi = 0$ ist, fällt das dritte Glied der Gleichung fort. Zeichnet man alsdann die Kurve nochmals, wenn nötig von unten und gleicht beide Züge aus, so erhält man ein zutreffendes Bild.

3. Das elliptische Integral

$$\int_0^\varphi \frac{\sin^2\varphi \cdot d\varphi}{\triangle(\varphi,k)}$$

ist als eine der beiden Koordinatenscharen darzustellen.

In dem zu Nr. 2 des Abschnittes III gegebenen Beispiele ist bereits diejenige Funktion entwickelt, nach welcher die andere Koordinatenschar verläuft, nämlich $\frac{1}{k^2}\left\{1 - \triangle(\varphi,k)\right\}$. Eine einfache Berechnungsart für $\triangle(\varphi,k)$ ist zwar dort angegeben; indessen läßt dieser Ausdruck gemäß nebenstehender

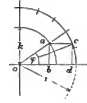


Abb. 6.

Abb. 6 sich auch im Wege der Zeichnung darstellen. Man beschreibe aus demselben Mittelpunkt zwei Viertelkreise mit den Halbmessern 1 und k, wo also $k < 1$, teile den größeren

Viertelkreis entsprechend der Anzahl der in Betracht kommenden Amplituden φ ein und wiederhole für jede Teilstelle die Zeichnung. Da nämlich $cd = ab = k \sin \varphi$, ist $od = \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi} = \triangle(\varphi, k)$. In den weiteren Quadranten verläuft diese Funktion periodisch und symmetrisch; für das vorliegende Integral kommt aber nur der erste Quadrant in Betracht. Wenn der Modul k sehr klein ist, ergibt die Ausgangsfunktion $\frac{1}{k^2}\left\{1 - \triangle(\varphi, k)\right\}$ keineswegs sehr große und schließlich unendlich große Werte, sondern es tritt für $k = 0$ der Grenzwert $\frac{1}{2} \cdot \sin^2 \varphi$ ein. Übrigens kann das vorgelegte Integral auch mit dem Koeffizienten k^2 versehen werden, so daß von der einfacheren Funktion „$1 - \triangle(\varphi, k)$" auszugehen ist. Das darzustellende Integral nimmt bekanntlich mit φ den Wert „Null" an; die Zeichnung, in welcher die gesuchten Integralwerte durch die Ordinaten der Kurve dargestellt werden, gestaltet sich sonst ähnlich der Abb. 4.

Poppelsdorf bei Bonn 1903.

Gnuschke, Baurat.

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.



Statistische Nachweisungen

betreffend die in den Jahren 1898 und 1899 unter Mitwirkung der Staatsbaubeamten vollendeten Hochbauten.

(Fortsetzung aus dem Jahrgang 1903.)

(Bearbeitet im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten.)

XI. Ministerial-, Regierungsgebäude usw.

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften dienen nachstehende Abkürzungen:

ab = Abtritt, *abf* = Abfertigung, *af* = Aufzug, *ak* = Akten, *ass* = Assessor, *ar* = Archiv, *az* = Arbeits-, Amtszimmer, *b* = Bücherei, *ba* = Bad, *bh* = Buchhalterei, *bi* = Bauinspektor, *bo* = Bote, *bow* = Botenwohnung, *bvw* = Bureauvorsteherwohnung, *d* = Diener, *dat* = Departements-Tierarzt, *df* = Durchfahrt, *dr* = Druckerei, *dw* = Dienerwohnung, *dz* = Dezernent, *emw* = Eichmeisterwohnung, *ep* = Expedition, *f* = Flur, *fe* = Faßeichraum, *fo* = Formulare, *g* = Gesindestube, *gkr* = Gaskraftmaschine, *gm* = Gasmesser, *gt* = geodätisch-technisches Bureau, *h* = Hof, *hr* = Heizraum, *hzw* = Heizerwohnung, *i* = Inspektor, *it* = Instrumente, *k* = Küche, *ki* = Kanzleiinspektor, *klr* = Kalkulatur, *ks* = Kasse, *ksr* = Kassierer, *kz* = Kanzlei, *lch* = Lichthof, *lr* = Landrentmeister, *ls* = Lesesaal, *orr* = Oberregierungsrat, *pb* = Präsidialbureau, *plk* = Plankammer, *pr* = Präsident, *prf* = Prüfer, *prfz* = Prüfungszimmer, *rbm* = Regierungs-Baumeister, *rf* = Referendare, *rg* = Registratur, *rt* = Rat, *s* = Speisekammer, *sch* = Schuppen, *sr* = Schreiber, Schreibstube, Sekretär, Sekretariat, *st* = Stube, *sts* = Sitzungszimmer, -saal, *ts* = Tresor, *v* = Vorraum, -halle, -zimmer, *vi* = Vermessungsinspektor, *vlr* = Verlosungsraum, *wk* = Waschküche, *zs* = Zeichensaal.

1	2	3	4	5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm	davon unterkellert qm	Gesamthöhe des Gebäudes bzw. einzelner Gebäudet. v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10) m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw. m	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 und 8) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau- nach dem Anschlage ℳ	nach im ganzen ℳ
1	Erweiterungsbau des Katasterinspektionsgebäudes in **Arnsberg**	Arnsberg	98 99	Landgrebe (*Arnsberg*)	Im I.: zs, ab.	187,3 22,5 8,9 7,9 241,1 7,7	30,[illegible] 22,8 — 7,9 — —	— 13,50 10,65 10,25 9,39 8,[illegible]5	2,[illegible]	E. 4,30 I. 4,40 (1,65)	2,30	—	1816,0	—	**35 844** 31 663	**33 186** 29 881 (Anbau) 245 (Abbrucharbeiten) 1 963 (innere Einrichtung für das neue und alte Archiv) 248 (Beleuchtungskörper) 849 (Nebenanlagen)
															— 2 884 297 2 000	
2	Desgl. des Schlosses in **Liegnitz**	Liegnitz	98 99	entw. von Gaedeke, ausgef. von Pfeiffer (*Liegnitz*)	Im I. 6dz	207,[illegible]	198,[illegible]	11,[illegible]	2,[illegible]	E. 4,38 I. 3,91	0,[illegible]	—	2380,2	—	**46 030** 42 776 — — 754	**43 260** 34 438 (Anbau) 1 106 (künstliche Gründung) 1 222 (bauliche Änderungen am alten Teile) 459 (Abbrucharbeiten)
3	Dienstgebäude für das Eichungsamt und die Rentenbank-Direktion in **Stettin**	Stettin	98 99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Delius (R.-B. Lange) (*Stettin*)	Im K.: wk. „ E.: 1 bis 5 Räume bezw. für Wagen, Gewichte, Längen-, Flüssigkeits- und Normalmaße. „ I.: Diensträume usw. der Rentenbank sts, kz, bh, 2 rg, 2 sr, ks (2), ts, vlr, ak, ab. „ II.: emw, dw.	384,[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]	376,3 376,3	— [illegible]	2,[illegible]	E. 4,[illegible] (3,[illegible]) I. 4,[illegible] II. 3,[illegible]	1,[illegible] (1,[illegible])	(0,45)	9019,0	—	2 500 — **181 768** 145 168 — 4 600 32 000	2 247 (innere Einricht.) 82 (Beleucht.-Körper) 3 700 (Nebenanlagen) **172 864** 139 493 (Dienstgebäude) 3 350 (tiefere Gründung) 4 345 (innere Einrichtung) 380 (Beleucht.-Körper) 34 096 (Nebengebäude und Nebenanlagen)
4	Erweiterungs- und Umbau des Regierungsgebäudes in **Marienwerder**	Marienwerder	96 99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Buttner u. Hallmann (R.-B. Schröder) (*Marienwerder*)	Im K.: hzw, dr (3), fo (3), hi, tgkr. „ U.: fo (2), ab, df. „ E.: 4 rz, dal, bi, rbm, 2 rg, 2 sr, ab. „ II.: 2 dz, 4 rg, 3 sr, ab.	— 71[illegible] 47,4 144,[illegible] 25,9 15,4 151,8 241,[illegible] [illegible]	— 641,4 47,4 144,[illegible] — 15,4 1[illegible],8 241,[illegible]	— — 24,[illegible] 2[illegible],[illegible]6 18,72 18,3[illegible] 18,[illegible] 17,49 17,3[illegible]	— (3,[illegible]) (1,[illegible])	I. [illegible] E. 4,[illegible] (3,[illegible]) (1,[illegible]) I. 4,[illegible] (4,67) (4,[illegible]) II. 4,[illegible] (4,[illegible])	— 0,[illegible] (1,[illegible]) (1,71)	—	— 13343,7	—	**339 800** 235 955 75 700 19 300 845 8 000	**323 486** 177 247 (Anbau) 14 050 (tiefere Gründung) 92 102 (Umbau des alten Teiles) 19 300 (innere Einrichtung) 1 317 (Beleuchtungskörper) 19 170 (Nebenanlagen)
5	Desgl. des Dienstgebäudes des Justizministeriums in **Berlin**	Berlin	98 99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Hückner u. Vohl (*Berlin VI.*)	Im U.: [illegible] wk, [illegible] (sämtlich zu bzsw gehörig), h, hzw, fr, 2 af, 2 ab. „ E.: [illegible] al. „ I.: pr, prfz, [illegible], pzf, 3 dz, ass, 2 wt, d, af, 2 ab. „ II.: 2 dz, ass, [illegible] rg, klr (2), plk, wt, d, af, 2 ab. „ III.: kz (8), ep, rg, dr (2), af, ab.	[illegible]34,[illegible] [illegible] [illegible] (Verbindungsgang)	—	19,[illegible] 7,[illegible]	—	U. 3,[illegible] E. [illegible] I. 4,[illegible] II. [illegible] III. [illegible]	—	(0,30)	12850,[illegible]	—	**302 700** 240 300 2 900 15 000 38 500 6 000	**284 040** 222 900 (Erweiterungsbau) 2 710 (tiefere Gründung) 20 240 (Umbau des alten Teiles) 31 950 (innere Einrichtung) 880 (Beleucht.-Körper) 5 360 (Nebenanlagen)

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								
qm ℳ	cbm ℳ	Nutzeinheit ℳ	im ganzen ℳ	für 100 cbm beheizten Raumes ℳ	im ganzen ℳ	für 1 Flamme ℳ	im ganzen ℳ	für 1 Hahn ℳ	ℳ	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
159,5	16,5	—	1776 (Niederdruck-Dampfheizung)	233,0	117	6,2	116	58,0	1493 (4,5 %)	Bruchsteine	Ziegel	Putzbau	deutscher Schiefer	K., E., Flure im I. und Treppenhaus gewölbt, sonst Balkendecken	K. Sollinger Fliesen, Flure und Abtritte Tonfliesen, Archivräume Papyrolith auf Beton, Zeichensaal Zementestrich mit Linoleumbelag	Sandstein, freitragend	Die Gesamtkosten der für den neuen und alten Gebäudeteil gemeinschaftlichen Niederdruck-Dampfheizung betragen 4959 ℳ. Der verhältnismäßig hohe Einheitspreis für das Kubikmeter umbauten Raumes ist durch die kostspielige Freilegung d. Baustelle u. ihre schwierige Zugänglichkeit bedingt.
—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 499 ℳ für Pflasterung, 350 „ „ 30 m Umwehrungsmauer, zum Teil mit Lattenzaun.												
165,8	14,5	—	982 (Kachelöfen)	109,8	398	39,8	252	126,0	2161 (5,0 %)	Bankette Beton mit Eiseneinlagen, sonst Ziegel	Ziegel	wie vor	Holzzement	K., Flure, u. Treppenhaus gewölbt, E. Kleinesche, I. Balkendecken	K. Ziegelpflaster, Flure Tonfliesen, sonst kieferne Dielung	Granit, freitragend, Podeste gewölbt, mit Tonfliesenbelag	Künstl. Gründung auf Sandschüttung.
—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 2250 ℳ für Geländeregelung, Pflasterung, Gartenanlagen usw., 789 „ „ Entwässerung, 667 „ „ die Gasleitung außerhalb des Gebäudes.												
223,2	14,5	—	5185 (Kachel- und Regulierfüllöfen)	155,1	900	18,0	1350	47,0	16802 (9,7 %)	Ziegel		Rohbau mit Verblendsteinen, Architekturteile, Giebelabdeckungen sowie Tür- und Fenstereinfassungen der Vorder- und einer Giebelansicht Sandstein	Falzziegel	K., Flure im E. und I., 2 Treppenh., Abtritte im E. und I. sowie Abfertigungs- und Tresorraum gewölbt, Haupttreppenhaus Kleinesche Decke, sonst Balkendecken	K. Ziegelpflaster, Flure Terrazzo, Sitzungssaal eichene Stäbe, sonst kieferne Dielung	Granit, freitrag., Podeste im wes. gewölbt, mit Terrazzobelag, sonst t. Granit auf eis. Trägern, t. Kleinesche Bauweise	Baustil deutsche Renaissance.
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 2435 ℳ für den Schuppen nebst Abtrittsanbau, 10005 „ „ Hofbefestigung, Pflasterung usw., 4988 „ „ 86 m Sockelmauer mit schmiedeeis. Gitter nebst Tor und Pforte, 3138 „ „ Entwässerung, 494 „ „ die Gasleitung außerhalb d. Geb., 216 „ „ „ Asch- und Müllgrube, 12820 „ „ Straßenregelung.												
248,0	13,8	—	14850 (Niederdruck-Dampfheizung) 232 (Kachelöfen)	192,2 181,3	2011	28,7	1549	140,8	24208 (7,5 %)	Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Putzbau	Zink-Leistendach	K., im wesentl. E., Registraturen im I. und II. gewölbt, meist zwischen eisernen Trägern auf eisernen Unterzügen und Säulen	K., Hauptkasse und Registraturen Zementestrich auf Beton, letztere Räume mit Linoleumbelag, Durchfahrten und Abtritte Tonfliesen, sonst kieferne Dielung	Granit, freitragend, Podeste gewölbt, mit Tonfliesenbelag	Kosten der Tresoranlage 4086 ℳ. Die Wasserversorgung erfolgt aus einem Tiefbrunnen durch Pumpwerk mit Gasmotor.
—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 9813 ℳ für Geländeeinebnung, Bodenbefestigung, Pflasterung usw., 648 „ „ Gartenanlagen, 3573 „ „ Entwässerung, 3411 „ „ den Tiefbrunnen nebst Pumpenanlage und Gasmotor, 1725 „ „ Verschiedenes.												
303,4	17,8	—	21800 (Warmwasserheizung) 200 (Kachelöfen)	284,0 109,9	600	9,1	5130	160,8	9700 (3,4 %)	Bankette Beton, sonst Ziegel	Ziegel	Putzbau, Sockel Granit, Hauptgesims, Giebelabdeckungen und Sohlbänke Sandstein	im wesentlichen Kronendach von alten Flachziegeln, Turm Kupfer	Flure des Erweiterungsbaues im I. u. II. gewölbt, sonst teils Koenensche, teils Kleinesche Decken	Abtritte Mettlacher Fliesen, sonst Gipsestrich mit Linoleumbelag	Kunststein mit Linoleumbelag, freitragend	—

1	2	3	4	4	5	6	7	7	8	9	9	9	10	11	12	13a	13a
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudet. v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 und 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau- nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				nach dem Anschlage	im ganzen
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
6	Dienstgebäude der Generalkommission in **Düsseldorf**	Düsseldorf	96	98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Adams u. Bongard *(Düsseldorf I)*	Im K.: hzw, hr. „ E.: 1 = af, 2 = Raum f. Schreibmaterialien. „ I.: sts, pr, orr, pb, v, 5 dz, a·s, 2 vi, klr, rg, gt (4), it, b, bo, 2 ab, af. „ II.: gt (18), it, 2 ab, af. „ D. gt (3).	— 940,9 *79,3* *667,4* *194,2*	— 859,6 *79,3* *667,4* *112,9*	— — *19,05* *17,45* *16,60*	— 3,16 (3,56) (4,60)	— E. = 4,30 (3,06) I. = 4,30 II. = 4,10	— 0,90 (2,89)	— 0,60	— 16380,6	— —	**294 820** 280 566 6 900 *(innere Einrichtung)* 2 354 *(Beleuchtungskörper)* 5 000 *(Nebenanlagen)*	**281 752** 251 999 *(Dienstgeb.)* 14 100 *(tiefere Gründung)* 6 900 2 307 6 446

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften der Tabellen XII und XIII dienen nachstehende Abkürzungen:

aa = Amtsanwalt,
ab = Abtritt,
abr = Aufbewahrungsraum, Asservate,
af = Aufzug,
afw = Aufseherwohn.,
ak = Akten,
al = Ablegeraum, Garderobe,
au = Aufnahmezelle,
artw = Amtsrichterwohnung,
as = Arbeitssaal, -raum,
ass = Assessor,
at = Arzt,
ar = Archiv,
az = Arbeits-, Amtszimmer, Bureau,
b = Bücherei,
ba = Bad,
bh = Buchhalterei,
bk = Backofen, Backstube,
bo = Bote,
br = Brennmaterial,
bt = Betsaal, Kirche,
bv = Brotvorräte,
bz = Beratungszimm.,
de = Desinfektion,
df = Durchfahrt,
drz = Direktorzimmer,
ep = Expedition,
f = Flur,
fg = Feuerlöschgeräte, -spritze,
fr = Fremdenzimmer,
g = Gesindestube,
ga = Gefangenaufseher, -aufseherin,
gaw = Gefangenaufseherwohnung,
gb = Grundbuchraum,
gd = Gerichtsdiener,
gdw = Gerichtsdiener-, Gefangenaufseherwohnung,
ge = Geräte,
gfk = Gefängnisküche,
gm = Gasmesser,
gmz = Zelle f. gemeinschaftliche Haft,
gsr = Gerichtsschreiberei,
gst = Geistlicher,
h = Hof,
hr = Heizraum,
hv = Hausvater, Hausvaterei,
hz = Heizer,
hzw = Heizerwohnung,
i = Inspektor,
iw = Inspektorwohnung,
k = Küche,
ka = Kammer,
kl = Klassen-, Schulzimmer,
km = Kommissionszimm.,
kö = Köchin, Köche,
kr = Krankenzelle, -saal,
ks = Kasse,
kta = Katasteramt,
kz = Kanzlei,
l = Lehrerzimmer,
lg = Lagerraum,
lh = Leichenhalle,
mg = Magazin,
mh = Männerhof,
mr = Meister, Werkmstr.,
mv = Mehlvorräte,
oa = Oberaufseher, -aufseherin,
oaw = Oberaufseherwohnung,

XII. Geschäftsgebäude

A. Geschäftsgebäude

a) Bauten ohne

1	2	3	4 von	4 bis	5	6	7 im Erdgeschoß	7 davon unterkellert	8	9a	9b	9c	10	11	12	13a nach dem Anschlage	13a im ganzen
1	Erweiterungs- u. Umbau d. Amtsgerichts- u. Gefängnisgeb. in **Kaukehmen**	Gumbinnen	97	98	v. Bandel *(Kaukehmen)*	Im E. 1 = wt. I. = sf.	— 85,2	— —	— 9,65	— —	E. = 3,50 I. = 5,00	— —	— 1,30	— 822,2	— —	**27 074** 10 300 *(Anbau)* 11 640 *(Umbau des alten Teiles)* 934 *(Abbrucharbeiten)* 4 200 *(Nebengebäude)*	**29 565** 10 700 13 501 1 034 4 330
2	Erweiterungsbau des Amtsgerichtsgebäudes in **Stallupoenen**	„	97	98	Hohenberg u. Meyer *(Stallupoenen)*	Im I.: rt, vmd.	— 98,4	— 82,2	— 9,80	— 2,60	E. = 3,30 I. = 3,50	— 0,60	— —	— 964,8	— —	**17 500** 14 460 *(Anbau)* 1 700 *(bauliche Änderungen am alten Teile)* — *(Abbrucharbeiten)* 1 340 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**17 430** 12 479 2 480 131 2 340
3	Amtsgerichtsgebäude in **Neumagen**	Trier	97	99	Wilkens *(Trier II)*	Im K.: gdw, z. „ I.: sf, rt (bz), gsr, wt, ab.	— 226,9 *16,0* *210,9*	— 226,9 *16,0* *210,9*	— — *16,25* *12,15*	— 3,00	E. = 4,10 I. = 4,30 (4,90)	— 0,90	— (0,15)	— 2822,4	— 1 *(Richter)*	**44 500** 37 900 *(Geschäftsgebäude)* 1 600 *(innere Einrichtung)* 5 000 *(Nebenanlagen)*	**47 300** 40 640 1 300 5 360
4	Desgl. in **Saarburg**	„	97	99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. v. Brauweiler *(Trier I)*	Im K. z. „ U. gdw. „ E. bh = Grundbuchführer, „ I.: sf, rt (bz), gsr (ks), gsr (wt), ab.	— 239,8 *116,6* *123,2*	— 137,2 *116,6* *20,6*	— — *12,50* *12,17*	— (2,97)	U. = 3,30 E. = 4,20 I. = 4,20 (4,90)	— (0,65)	— 0,10	— 2956,8	— 2 *(Richter)*	**51 930** 46 130 *(Geschäftsgebäude)* — *(tiefere Gründung)* 2 700 *(innere Einrichtung)* 3 100 *(Nebenanlagen)*	**49 066** 41 482 986 2 634 3 964

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der						Bauleitung	Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung										
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußboden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
—	—	—	—	—	—	—	—	—	23 021	—	—		—			—	—
267,8	15,4	—	28 676 (Warmwasserheizung)	347,0	1 449	9,4	1 120	80,0	(8,2%)	Ziegel		i. wesentl. Putzbau, z. T. Ziegelrohb. mit Verblendsteinen i. d. Vorderans. Sockel Basaltlava, E., Architekturteile, Tür- u. Fenst.-Einfass., i. den übrig Ansichten Gesimse u. Sohlb. Sandst.	t. Schiefer, t. Zink	K. u. Flure gewölbt, E., I. und Treppenhäuser Beton-, II. Balkendecken, z. T. auf eis. Unterzügen	K. im wesentl. Ziegelpflaster, Wohnräume das. und im E. kief. Riemen in Asphalt bezw. kief. Dielung, Flure u. Abtritte Mettl. Fliesen, einige bevorzugte Räume im I. Parkett, sonst Zementestrich mit Linoleumbelag	Sandstein, freitragend	Barockstil in einfachen Formen. Gründung auf Pfeilern mit Bögen.
—	—	—	— (in den Dienstwohnungen sind alte Regulierfüllöfen wiederverwandt)	—	—	—	Nebenanlagen: 147 ℳ f. Geländeregelung, 226 „ „ Gartenanlagen, 1393 „ „ Pflasterung, Bekiesung usw., 920 „ „ 26 m Umwehrungsmauer, 846 „ „ Entwässerung, 367 „ „ d. Wasserleit. außerh. d. Geb., 2153 „ „ 2 Abtrittsgruben mit schmiedeeis. Fäkaltonnen, 394 „ „ Verschiedenes.										

öi = Ökonomieinspektor,
p = Pissoir,
pd = Pferdestall,
pf = Pförtner,
pfw = Pförtnerwohnung,
pfd = Pfandkammer,
pl = Plättstube,
pr = Präsident,
pt = Parteien,
pu = Putzraum,
r = Rollkammer,
ra = Rechtsanwälte,
rf = Referendare,
rg = Registratur,
rn = Reinigungszelle,
rs = Remise,
rt = Richter,
rr = Rechnungsrevisor,
s = Speisekammer,
sa = Staatsanwalt,
sf = Schöffensaal,
sg = Schwurgerichtssaal,
skr = Sakristei,
sls = Schlafsaal,
slz = Schlafzelle,
sr = Schreiber, Schreibst., Sekretär, Sekretariat,
srg = Standesamtsregister,
st = Stube,
stl = Stall,
str = Strafkammer,
sts = Sitzungssaal,
stz = Strafzelle,
sz = Spulzelle,
szs = Seziersaal,
th = Treppenhaus,
tk = Teeküche,
tr = Trockenboden, -raum,
ts = Tresor,
tz = Terminzimmer,
ur = Untersuchungsricht.,
v = Vorraum, -zimmer, -halle, Vestibül,
vbg = Verbindungsgang,
vf = verfügbar,
vmd = Vormundschaftssachen,
vr = Vorräte,
w = Wohnung,
wh = Weiberhof,
wk = Waschküche,
wm = Wäschemagazin,
wrk = Werkstatt,
ws = Wäsche (schmutzig),
wt = Wartezimmer, -raum,
ww = Wärterwohnung,
z = Zelle,
zg = Zeugen,
zp = Zeugen u. Parteien,
zr = Zivilkammer.

für Gerichte.

für Amtsgerichte.

Gefängniszellen.

qm	cbm	Nutzeinheit	Heizung im ganzen	Heizung für 100 cbm	Gas im ganzen	Gas für 1 Flamme	Wasser im ganzen	Wasser für 1 Hahn	Bauleitung	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußboden	Haupttreppen	Bemerkungen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 252	—	—	—	—	—	—	—	—
125,6	13,0	—	300 (Regulierfüllöfen) 210 (Kachelöfen)	93,5 120,0	—	—	—	—	(4,2%)	Ziegel		Putzbau, Abdeckungen Kunststein	Pfannen auf Schalung	Gerichtsschreiberei gewölbt, Schöffensaal trapezförmige Holzdecke, sonst Balkendecken	kieferne Dielung	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
126,8	12,9	—	432 (Kachelöfen)	154,0	—	—	—	—	—	t. Ziegel, t. Feldsteine	Ziegel	Putzbau	wie vor	K. und Aktenraum gewölbt, sonst Balkendecken	K. Ziegelpflaster, Flur im E. Tonfliesen, Abtritt Beton, sonst kieferne Dielung	Kiefernholz	—
—	—	—	—	—	Nebengeb. u. Nebenanlagen: 1750 ℳ für den Abtrittsanbau, 155 „ „ Regelung des Hofes, 335 „ „ Pflasterung „ „ 100 „ „ den Asch- u. Müllkasten.												
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 160	—	—	—	—	—	—	—	—
179,1	14,4	—	530 (Regulierfüllöfen)	51,1	—	—	210	52,5	(8,8%)	Schieferbruchsteine, Innenwände z. T. Ziegel		Putzbau, Eckquadern, Gesimse, Tür- u. Fenstereinfass. sowie Giebelabdeckungen Sandstein	deutscher Schiefer	K. im wesentl., Grundbuchräume, Flure u. Abtritte gewölbt, Schöffensaal Holzdecke mit geputzten Feldern, sonst Balkendecken	K., ausschließlich Wohnräume, Beton, Flure, Abtritte und 1 Grundbuchraum Mettl. Fliesen, sonst kieferne Dielung	Basaltlava, freitrag., Podeste z. T. gew., m. Mettl. Fliesen belegt	Baustil deutsche Renaissance in einfachen Formen.
—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 150 ℳ für Geländeregelung, 280 „ „ Pflasterung u. Bekiesung, 320 „ „ Gartenanlagen, 2610 „ „ 48 m Sockelm. m. schmiedeeis. Gitter, Tor u. Pforte, 390 „ „ 61 m Drahtzaun, 750 ℳ für Entwässerung, 200 „ „ d. Brunnen, 280 „ „ „ Wasserleitung außerhalb des Gebäudes, 260 „ „ „ Abtrittsgrube, 120 „ „ „ Müllgrube.												
—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 238	—	—	—	—	—	—	—	—
173,0	14,0	—	618 (Regulierfüllöfen) 45 (Zellenöfen)	63,5 298,9	—	—	246	49,2	(6,6%)	Bankette Schiefer-, sonst Sandbruchsteine	Ziegel	Sockel Moellons, sonst wie vor	wie vor	K. Abtritt im E., Flure, Grundbuchraum, Botenzimmer und Treppenhaus gewölbt, Grundbuchführerzimmer Beton-, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	K. Asphaltestrich auf Beton, U. kieferne Dielung, Grundbuchraum, Flure und Abtritte Tonfliesen, Geschäftsräume tannene Dielung	Basaltlava, freitragend	Baustil wie vor.
—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 186 ℳ für Geländeregelung, 539 „ „ Pflasterung u. Asphaltbelag, 783 „ „ 24 m Umwehrungsmauer, 1084 „ „ 22 „ Sockelmauer mit schmiedeeis. Gitter nebst Tor und Pforte zwischen Werksteinpfeilern, 218 „ „ 15 m Rampenmauer mit Moellonverblendung, 190 ℳ für 6 m Futtermauer, 416 „ „ Erhöhung und teilweise Erneuerung der alten Umwehrungsmauern, 28 „ „ die Treppenanlage nach dem Hofe, 442 „ „ Entwässerung, 25 „ „ die Wasserleitung außerhalb des Gebäudes, 53 „ „ „ Asch- u. Müllgrube.												

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beschrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudet. v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 und 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau-	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				nach dem Anschlage	nach im ganzen
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
5	Amtsgerichtsgebäude in **Bleicherode**	Erfurt	97	98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Unger *(Nordhausen)*	Im I.: sf, rt (bz), aa (ra), gsr, ks, pt. „ D. 2 ak.	— 270,2	— 270,2	— 12,05	— 2,80	E. = 4,30 I. = 4,30 (4,80)	— (0,68)	— 0,15	— 3255,9	— 1 *(Richter)*	**72 770** 59 000 *(Geschäftsgebäude)* — *(tiefere Gründung)* 3 770 *(innere Einrichtung)* 10 000 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**66 311** 51 445 496 3 300 11 070
6	Erweiterungsbau für das Amtsgericht in **Elberfeld**	Düsseldorf	98	99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Misling *(Elberfeld)*	Im D. rg.	— 272,2 *12,8* *249,3* *10,1*	— 262,1 *12,8* *249,3*	— — *9,21* *8,30* *6,30*	— 2,50	— 4,30 (4,80) (3,20)	— (0,80)	— (1,00)	— 2250,7	— —	**40 050** 33 950 *(Geschäftsgebäude)* 2 710 *(innere Einrichtung)* 390 *(Beleuchtungskörper)* 3 000 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**38 940** 32 062 2 514 300 3 464
7	Amtsgerichtsgebäude in **Liebau i. Schl.**	Liegnitz	98	99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Aries *(Landeshut)*	Im K.: pfd, wk. „ I.: sf, rt (bz), ass, gsr, wt, sr (bo), ab. „ D. ak (2).	— 312,8 *83,2* *229,6*	— 312,8 *83,2* *229,6*	— — *11,84* *11,30*	— 2,50	E. = 4,00 I. = 4,30 (4,84)	— —	— 0,40	— 3579,8	— 1 *(Richter)*	**64 880** 59 330 *(Geschäftsgebäude)* 3 050 2 700 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**66 392** 58 792 2 904 *(innere Einricht.)* 47 *(Beleucht.-Körper)* 4 649
8	Neubau des Amtsgerichtsgebäudes und Umbau des Gefängnisses in **Bremervörde**	Stade	97	98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Cummerow (R.-B. Fust) *(Buxtehude)*	Im K.: pfd, wk, s, vr (2), g. „ I.: sf, rt (bz), gsr, sr, wt, gd. „ D. ak.	— 331,0 *68,3* *231,5* *44,2*	— 289,8 *68,3* *221,5*	— — *12,30* *11,40* *6,20*	— 2,80	E. = 3,90 (3,50) I. = 4,00 (4,00)	— —	— (0,70)	— 3639,2	— 2 *(Richter)*	**78 505** 62 255 *(Geschäftsgebäude)* 4 500 *(Umbau des Gefängnisses)* 2 750 *(innere Einrichtung, Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände)* 9 000 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**82 057** 61 874 7 140 2 500 10 543
9	Amtsgerichtsgebäude in **Neustettin**	Köslin	98	99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Ossent und Kellner *(Neustettin)*	Im K.: wk. „ I.: 2 rt, 2 gsr, ra, ks, wt, gd, ab. „ II.: sf (st), bz (rt), 2 gsr, wt, gd, ab. „ D. ak (3).	— 366,7 *93,5* *273,2*	— 366,7 *93,5* *273,2*	— — *16,96* *16,27*	— 2,60	E. = 4,00 I. = 4,31 II. = 4,31 (5,00)	— —	— 0,75	— 6030,7	— 4 *(Richter)*	**115 400** 104 100 *(Geschäftsgebäude)* 5 866 *(innere Einrichtung)* 934 *(Beleuchtungskörper)* 4 500 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**98 449** 85 196 6 649 540 6 064
10	Desgl. in **Völklingen**	Trier	97	99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Schödrey (R.-B. Kutner) *(Saarbrücken)*	Im U.: k, s, wk, ba, ab. „ I.: sf, rt (bz), rt, 2 gsr, rg, wt, vf, gd, sz, ab. „ D. ak.	— 444,8 *71,6* *373,2*	— — — —	— — *11,80* *11,30*	— —	U. = 2,50 E. = 4,30 I. = 4,30 (4,80)	— —	— 0,20	— 5062,0	— 3 *(Richter)*	**81 750** 73 580 *(Geschäftsgebäude)* — *(tiefere Gründung)* 4 200 4 000 *(Nebenanlagen)*	**86 605** 75 039 3 395 3 682 *(inn. Einr.)* 198 *(Beleucht.-Körper)* 4 291

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								Bemerkungen
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
— 100,4	— 15,8	— —	— 1407 (Kachel- u. eiserne Öfen)	— 121,6	— —	— —	— —	— —	3788 (5,7%)	im wesentl. Bruchsteine, z. T. Ziegel	— Ziegel	Putzbau, Sockel, Gesimse, Tür- u. Fenstereinfass., Ecken sowie Giebelabdekkungen Sandstein	— deutscher Schiefer	— K., Flure, Gerichtsschreiberei im E., Grundbuchraum, Kasse, Abtritte und Treppenhäuser gewölbt, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	— K. Ziegelpflaster, Flure Tonfliesen, sonst kieferne Dielung	— Granit, zwischen Wangenmauern. Bodentreppe Holz	— Baustil deutsche Renaissance in einfachen Formen.
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 600 ℳ für das Abtrittgebäude, 961 „ „ Geländeregelung, Bekiesung usw., 784 „ „ Pflasterung, 531 „ „ Gartenanlagen, 4745 „ „ 88 m Umwehrungsmauer mit Eisenblechtor, 1803 ℳ für 33 m Sockelmauer mit schmiedeeisern. Gitter nebst Pforte zwischen Ziegelpfeilern, 101 „ „ 17 m Lattenzaun, 1295 „ „ d. Brunnen (18 m) m. Pumpe, 230 „ „ „ Asch- und Müllgrube.														
— 120,0	— 14,5	— —	— 593 (Wurmbachsche Regulierfüllöfen)	— 72,4	— 111	— 6,0	— 364	— 182,0	2336 (6,0%)	— Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	— Ziegel	— Putzbau, Sockel Basaltlava, Gesimse, Tür- u. Fenstereinfass. sowie Giebelabdeck. Sandstein	— deutscher Schiefer	— K., Flure, Treppenhaus und Detentionszelle gewölbt, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	— K. Ziegelpflaster, Flure im E. Tonfliesen, Zelle Asphaltestrich auf Beton, Geschäftsräume Gipsestrich mit Linoleumbelag	— Basaltlava, freitragend	— —
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1018 ℳ für das Abtrittsgebäude, 131 „ „ Geländeregelung, 1483 „ „ Pflasterung, 633 „ „ Umwehrung, 127 „ „ Entwässerung, 62 „ „ die Wasserleitung, } außerhalb des 10 „ „ „ Gasleitung } Gebäudes.														
— 188,0	— 16,4	— —	— 1005 (Kachelöfen)	— 88,2	— 220	— 36,7	— —	— —	4664 (7,0%)	— wie	— vor	Rohbau m. Verblend-, Form- u. Glasurst., Sockel hammerrecht bearbeitete Sandbruchst.	— Kronendach	— K., Grundbuchräume, Treppenhäuser, Flure u. Abtritt im E. gewölbt, sonst Balkendecken	— K. Ziegelpflaster, Waschküche, Flure und Tonnenraum das. Asphaltestrich, Flure im E. u. I., Küche u. Abtritte Mettl. Fliesen, sonst kieferne Dielung	— Granit, t. freitrag., t. auf Wangenmauern, Podeste z. T. gewölbt m. Mettl. Fliesen belegt	— Baustil einfache gotisierende Formen.
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1230 ℳ für das Abtrittsgebäude, 132 „ „ Geländeregelung, 247 „ „ Pflasterung, 480 „ „ Bekiesung, 112 „ „ Gartenanlagen, 1685 „ „ 39 m Sockelmauer mit schmiedeeisernem Gitter zwischen Ziegelpfeilern nebst 2 Toren u. 1 Pforte, 343 ℳ für Entwässerung, 258 „ „ die Gasleitung außerhalb des Gebäudes, 162 „ „ „ Asch- und Müllgrube.														
— 185,3	— 17,0	— —	— 1390 (Kachelöfen)	— 127,5	— —	— —	— —	— —	7762 (9,5%)	— Ziegel	— Ziegel	— Rohbau m. Verblendsteinen, Sockelfuß, Architekturteile, z. T. Tür- und Fenstereinfassungen sowie Giebelabdeckungen Sandstein	— Pfannen auf Lattung	— K., Grundbuchraum, Flure, Haupttreppenhaus und 1 Wohnraum gewölbt, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	— K. Zementestrich auf Beton, Flure Tonfliesen, sonst kieferne Dielung	— Granit, freitrag., 1 Podest gewölbt, mit Tonfliesenbelag	— Baustil wie bei Nr. 5.
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 586 ℳ für das Stallgebäude, 1084 „ „ Geländeregelung, 321 „ „ Bodenbefestigung, Pflasterung usw., 103 „ „ Gartenanlagen, 7469 „ „ 114 m Umwehrungsmauer und 31 „ Sockelmauer m. schmiedeeis. Gitter, Tor und Pforte, 597 ℳ für Entwässerung, 383 „ „ d. Brunnen nebst Pumpe u. d. Asch- u. Müllgrube.														
— 232,1	— 14,1	— —	— 2542 (Kachelöfen)	— 114,0	— 310	— 9,7	— —	— —	9498 (9,6%)	— Feldsteine und Ziegel	— Ziegel	— Sockel Feldsteine, sonst wie vor	— Kronendach	— K., im wesentl. E. u. I., Flure u. Abtritte im II. sowie Treppenhäuser gewölbt, Schöffen- und Strafkammersaal Holzdecke, sonst Balkendecken	— wie vor	— Haupttreppe Granit, unterw., Podeste m. Mettl. Fliesen belegt. Nebentr. freitragend	— Baustil wie bei Nr. 7.
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 619 ℳ für das Abtrittsgebäude, 250 „ „ Hofbefestigung, 988 „ „ Pflasterung der Zufahrtstraße, 145 „ „ Gartenanlagen, 2590 „ „ 38 m Sockelmauer mit schmiedeeisernem Gitter, Tor und Pforte, 670 ℳ für 93 m Bretterzaun, 60 „ „ 30 „ Lattenzaun, 443 „ „ d. Brunnen (20 m), 290 „ „ „ Asch- und Müllgrube.														
— 168,7	— 14,8	— —	— 813 (Regulierfüllöfen)	— 39,7	— 298	— 24,8	— 315	— 45,0	8052 (9,3%)	— Bankette Beton, Innenwände Ziegel, sonst Bruchsteine	— Ziegel	— Rohbau, Sockel, Architekturteile, Tür- u. Fenstereinfass., Gebäudeecken sowie Giebelabdeckungen Sandstein	deusch. Schiefer	— U., Flure, Kasse, Grundbuchräume, Treppenhäuser und Abtritte im E. gewölbt, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	— U. Ziegelpflaster, teils mit Asphalt-, teils mit Zementestrich, Geschäftsräume tannene Dielung, Schöffensaal eich. Riemen, Flure u. Abtr. Terrazzo	— Sandstein, t. zwischen Wangenmauern, t. unterwölbt, Podeste mit Terrazzobelag	— Baustil deutsche Renaissance, z. T. mit einfachen gotisierenden Formen.
—	—	—	Nebenanlagen: 40 ℳ für Geländeeinebnung, 885 „ „ Pflasterung, 1837 „ „ Torbauten, 362 „ „ Wiederherstellung der alten Umwehrungsmauern, 653 „ „ Entwässerung, 36 ℳ für die Wasserleitung, } außerhalb des 262 „ „ „ Gasleitung, } Gebäudes, 80 „ „ „ Müllgrube, 136 „ „ Verschiedenes.														

1	2	3	4	5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm	davon unterkellert qm	Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam. od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10) m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw. m	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau- nach dem Anschlage *M*	nach im ganzen *M*
11	Amtsgerichtsgebäude in **Lauban**	Liegnitz	98 99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Balthasar (R.-B. Silbermann, (*Lauban*)	Im K. wk — Im I.: sf, rt (bz), 2 rt, 3 gsr, ra, wt, gd, ab. „ D.: aa, sr.	— 573,0 49,5 82,7 440,8	— 573,0 49,5 82,7 440,8	— — 14,90 12,50 11,90	— 2,75	E. — 4,10 I. — 4,10 (5,00)	— —	— (0,30)	— 6972,7	— 4 (*Richter*)	**129 300** 109 400 (*Geschäftsgebäude*) 8 600 11 300 (*Nebengebäude und Nebenanlagen*)	**124 427** 102 372 8 608 (*innere Einricht.*) 108 (*Beleucht.-Körper*) 13 339
12	Desgl. in **Sensburg**	Gumbinnen	96 99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Strohn u. Monun (*Sensburg*)	Im E.: srg, 3 w (für Unterbeamte), wk. „ I.: sf (str), bz, zv, 3 rt, sa, ra, 3 gsr, wt, gd, ab. „ D.: ak (3), nbr, vf	— 718,1 14,[illegible] 703,9	— —	— — [illegible] [illegible] [illegible]	— —	U. — 3,0[illegible] E. — 1,5 I. — 4,[illegible] (4,[illegible])	— 0,[illegible]	— 10,50	— 10898,6	— 6 (*Richter*)	**156 900** 130 900 (*Geschäftsgebäude*) 7 500 (*innere Einrichtung*) 9 500 (*Nebengebäude und Nebenanlagen*)	**142 160** 127 373 8 265 6 522
13	Geschäftsgebäude für die Zivilabteilungen des Amtsgerichts in **Harburg**	Lüneburg	96 98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Zeuner (R.-B. Brugner) (*Harburg*)	Im U. (K.): gdw, hzw, kr. „ I.: stn, 3 rt, sas, ra, b, 3 gsr, rg, kz, gd, ab. „ D.: ak	— 726,3 [illegible] [illegible]	— 726,3 [illegible] [illegible]	— — [illegible] [illegible]	— (3,[illegible])	U. — 3,[illegible] E. — 4,[illegible] I. — 4,30 (1,70)	— —	— (0,35)	— 9730,2	— 6 (*Richter*)	**201 500** 172 800 (*Geschäftsgebäude*) 7 500 (*teilweise künstliche Gründung*) 11 200 10 000 (*Nebenanlagen*)	**186 922** 150 395 8 744 12 989 (*innere Einricht.*) 359 (*Beleucht.-Körper*) 14 435
14	Amtsgerichtsgebäude in **Strasburg W. Pr.**	Marienwerder	95 98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Bucher (R.-B. Rassfeldt) (*Strasburg W. Pr.*)	Im K.: srg, wk (zu pfw gehörig). „ I.: stn, sf (str), bz, 3 rt, ra, 3 gsr, l, aa, 2 wt, z, ab. „ D.: ak	— 756,[illegible] [illegible] [illegible]	— 756,[illegible] 87,6 668,9	— — 12,44 11,74	— 2,80 (3,[illegible])	E. — 4,50 13,9[illegible] I. — 4,[illegible] (5,[illegible])	—	— 0,30	— 8942,6	— 5 (*Richter*)	**137 920** 113 420 (*Geschäftsgebäude*) 11 500 (*innere Einrichtung*) 700 (*Umbau des alten Gefängnisses*) 12 300 (*Nebenanlagen*)	**135 751** 108 875 11 330 660 11 877
															b) Bauten mit	
15	Amtsgerichts- und Gefangenhausgebäude in **Wolfhagen**	Kassel	97 [illegible]	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Lorbell (*Hofgeismar*)	Im U.: wk, ru. „ I.: sf, rt (bz), gsr, [illegible] gb, ak (pf), wt, ab. „ D.: ak	— 324,0 [illegible] [illegible]	— 324,0 [illegible] [illegible]	— — 12,54 11,[illegible]	— (2,60)	U. — 2,60 E. — 4,10 I. — 4,30 (4,[illegible])	0,[illegible]	— [illegible]	— 3832,4	— 1 (*Richter*) 7 (*Gefangene*)	**61 250** 52 550 (*Geschäfts- und Gefängnisgebäude*) 3 000 (*innere Einrichtung*) 5 700 (*Nebenanlagen*)	**60 138** 53 686 2 341 4 411

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								Bemerkungen
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
— 178,6	— 14,5	—	— 2985 (Kachelöfen)	— 90,0	— 204	— 13,6	— 705	— 70,5	10171 (8,2%)	Bankette Basaltbruchsteine, sonst Ziegel	— Ziegel	Rohbau mit Verblend-, Form- und Glasursteinen	— Kronendach von glasierten Ziegeln	K., Flure, Gerichtsschreibereien, Grundbuch- und Warteräume gewölbt, Haupttreppenhaus Beton-, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	K. t. Ziegelpflaster, t. Beton, Flure d. übr. Geschosse Tonfliesen, Schöffensaal Zementestrich mit Linoleumbelag, sonst kieferne Dielung	— Granit, freitragend, Podeste gewölbt, mit Tonfliesenbelag	— Baustil einfache gotisierende Formen.
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1014 ℳ für d. Abtrittsgebäude, 966 „ „ Geländeregelung u. Gartenanlagen, 334 „ „ Bodenbefestigung u. Bekiesung, 1698 „ „ Pflasterung, 4210 „ „ 94 m Sockelmauer mit schmiedeeis. Gitter zwisch. Ziegelpfeilern nebst Tor und Pforte, 1375 ℳ für d. Umwehrungsmauern des Gefängnishofes, 1228 „ „ Entwässerung, 75 „ „ d. Wasserleitung, } außerhalb 43 „ „ „ Gasleitung, } d. Gebäudes, 194 „ „ „ Asch- und Müllgrube, 2202 „ „ Verschiedenes.														
— 177,4	— 12,9	—	— 4178 (Kachelöfen)	— 122,3	—	—	—	—	15004 (10,6%)	— Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	— Ziegel	— Rohbau mit Verblend- und Formsteinen	— Kronendach, Treppenturm Schiefer	U., im wesentlichen E., Flure u. Treppenhäuser gewölbt, Schöffen- u. Strafkammersaal Holzdecke, sonst Balkendecken	U. t. Ziegelpflaster, t. Asphaltestrich, Wohnräume das. sowie Schöffen- und Strafkammersaal eich. Stäbe in Asphalt, Flure im E. u. I. Tonfliesen, sonst kief. Dielung	Granit, Haupttreppe teils zwischen Wangenmauern, teils unterwölbt, Nebentreppe freitragend	— Baustil wie vor.
—	—	—	Nebengebäude u. Nebenanlagen: 1843 ℳ für das Abtrittsgebäude, 1696 „ „ Bodenbefestigung, Pflasterung usw., 1364 „ „ 56 m Umwehrungsmauer mit Tor und 2 Pforten, 173 „ „ Entwässerung, 1207 „ „ d. Kesselbrunnen mit eis. Pumpe, 219 „ „ „ Asch- und Müllgrube.														
— 207,1	— 15,5	—	— 13002 (Niederdruck-Warmwasserheizung) 594 (Kachelöfen)	— 289,2 163,2	— 793	— 31,7	— 3922	— 122,6	15814 (8,5%)	— Ziegel	—	Rohbau mit Verblend- und Formsteinen, Sockel Granit	— Pfannen auf Lattung	K., U., Flure, 2 Gerichtsschreibereien, Grundbuchraum, Treppenhäuser u. Abtritte gewölbt, Sitzungssaal Holzdecke, sonst Balkendecken	K. und U. im wesentl. Zementestrich auf Beton. Wohnräume z. T. eich. Stäbe in Asphalt, Grundbuchraum Zementestrich mit Linoleumbelag, Flure u. Abtritte im E. u. I. Mettl. Fliesen, sonst kieferne Dielung	Kunststein mit Linoleumbelag, teils freitragend, teils unterwölbt	— Baustil wie bei Nr. 11. Teilweise künstliche Gründung auf Senkbrunnen.
—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 322 ℳ für Geländeregelung, 4589 „ „ Pflasterung, 960 „ „ Gartenanlagen, 719 „ „ 37 m Umwehrungsmauer, 3957 „ „ 70 „ Sockelmauer mit schmiedeeis. Gitter zwischen Ziegelpfeilern nebst Blechtor und -pforte, 3403 „ „ Entwässerung, 309 „ „ d. Wasserleitung, } außerhalb des 56 „ „ „ Gasleitung } Gebäudes.												
— 143,9	— 12,2	—	— 4036 (Kachelöfen)	— 120,8	—	—	—	—	11128 (8,2%)	— im wesentl. Feldsteine, Innenwände Ziegel	— Ziegel	— Rohbau mit Verblend- und Formsteinen	— Pfannen auf Schalung	K., Treppenhaus, Flure, Grundbuchräume, Tresor und Abtritt im E. gewölbt, Schöffen- u. Strafkammersaal Holzdecke, sonst Balkendecken	— K., Grundbuchräume und Tresor Zementestrich auf Beton, Flure im E. und I. Tonfliesen, sonst kieferne Dielung	— Granit, freitragend, Podeste gewölbt, mit Tonfliesenbelag	— Baustil wie bei Nr. 11.
—	—	—	Nebenanlagen: 552 ℳ für Geländeregelung, 1019 „ „ Pflasterung, 505 „ „ Gartenanlagen, 4086 „ „ 75 m Umwehrungsmauer mit schmiedeeis. Tor und Pforte sowie 2 holz. Pforten, 5187 „ „ 156 m Sockelmauer m. schmiedeeis. Gitter nebst 2 Toren u. 6 Pforten, 3528 „ „ Entwässerung.														
Gefängniszellen.																	
— 165,7	— 14,0	—	— 703 (Regulierfüll- und Zellenöfen)	— —	— —	— —	— 586	— 146,5	4620 (7,6%)	Sandbruchsteine, Innenwände Ziegel	— wie vor	— Putzbau, Sockel, Architekturteile, Gebäudeecken, Tür- u. Fenstereinfassungen sowie Giebelabdeckungen Sandstein	— deutscher Schiefer	K., E., ausschließl. der Wohnräume, im I. Grundbuchraum, Gerichtsschreiberei und Flure sowie Treppenhäuser gew., Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	K. Zementestrich auf Beton, Flure im E. u. I. teils Tonfliesen, teils wie auch Speisekammer, Zellen und Abtritte Asphaltestrich, sonst im wesentl. tannene Dielung	— Sandstein, zwischen Wangenmauern	— Baustil deutsche Renaissance in einfachen Formen. 3 Gefangene in Einzel-, 4 in gemeinschaftlicher Haft.
—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 1980 ℳ für Geländeregelung u. Pflasterung, 2252 „ „ Umwehrungen, 179 „ „ die Entwässerung und die Wasserleitung außerhalb des Gebäudes.												

1	2	3	4	5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß	davon unterkellert	Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O. K. d. Fundam. od. d. Kellersohle, b. z. O. K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. Spalte 10	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels	Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Turmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 9)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau- nach dem Anschlage	nach im ganzen
						qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
16	Amtsgerichts- u. Gefängnisgebäude in **St. Goar**	Koblenz	97 99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Heuderich (R.-B. Gutenschwager) (*Koblenz*)	Im U. wk. ba; „ E. 1 sz; „ I. rt, gh (tsi), gsr (ks) gsr. rg. sr, gd, ab; „ II. sf, rt (bzt), ass (rft) gsr, wt, ab	137,[illegible] / [illegible] / [illegible] / 248,[illegible] / [illegible]	—	[illegible]	—	U. 2,[illegible] E. 3,[illegible] I. 4,[illegible] II. 4,[illegible] 7,30	—	[illegible]	[illegible]	2 (Richter) 6 (Gefangene)	**92 400** 80 900 (Geschäfts- und Gefängnisgebäude) 3 926 (innere Einrichtung) 574 (Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände) 7 000 (Nebenanlagen)	**96 692** 84 938 3 846 560 7 348
17	Desgl. in **Burgdorf**	Lüneburg	96 98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Doppe (R.-B. Rolloff) (*Burgdorf*)	Im K. wk, ba, [illegible] stz [illegible] 2; „ I. 2 r, 2 gsr, sr, gh, ks, wt, ab; „ II. 4 rt (bzt), rt, 2 gsr, ra, wt, ab	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	E. [illegible] I. [illegible] II. [illegible] [illegible]	—	[illegible]	5355,[illegible]	4 (Richter) 10 (Gefangene)	**107 865** 85 100 (Geschäfts- und Gefängnisgebäude) 5 900 (innere Einrichtung für die Geschäftsräume) 900 (desgl. f. d. Gefängnis) 200 (Lagerungs- u. Bekleidungsgegenstände) 15 765 (Nebengebäude und Nebenanlagen)	**102 131** 80 267 4 926 825 145 15 973

c) Bauten mit besonderem

Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung	Name des Baubeamten	Grundriß und Beischrift	Bebaute Grundfläche	davon unterkellert	Gesamthöhe	a. Keller	b. Erdgeschoß usw.	c. Drempel	Höhenzuschlag	Gesamtrauminhalt	Nutzeinheiten	nach dem Anschlage	im ganzen
18	Erweiterung u. Umbau des Amtsgerichts- u. Gefängnisgebäudes in **Neuenhaus**	Osnabrück	96 98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Borgmann (*Lingen*)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**33 800**	**31 748**
	a) Anbau am Geschäftsgebäude				Im E. bz, gb, ks, ua, tb; „ D. 2	80	[illegible]	[illegible]	2,[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,75	581,6	—	11 800 6 600 (Umbau des alten Teiles)	10 896 6 068
	b) Anbau am Gefängnisflügel				Im E. gmz, sz; „ I. 2 z, sz	41,[illegible]	41,[illegible]	8,[illegible]	2,[illegible]	E. [illegible] I. [illegible]		—	363,[illegible]	6 (Gefangene)	10 200	8 139
	c) Nebengebäude und Nebenanlagen				—	—	—						—	—	5 200	6 645
19	Neubau des Amtsgerichtsgebäudes sowie Um- und Aufbau d. Gefängnisses in **Blumenthal**	Stade	97 99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Moormann (R.-B. Grau) (*Geestemünde*)	Im K. [illegible]; „ I. sf, rt (bzt), [illegible] sr, wt; „ D. ns.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	— 2,[illegible]	E. [illegible] I. [illegible] [illegible]	—	0,[illegible]	— 2016,[illegible]	— 2 (Richter) 13 (Gefangene)	**82 700** 45 500 (Geschäftsgebäude) 23 000 (Um- und Aufbau des Gefängnisses) 4 700 9 500 (Nebengebäude und Nebenanlagen)	**83 381** 46 131 23 964 3 109 (innere Einricht. f. d. Geschäftsräume) 900 (desgl. f. d. Gefängnis) 198 (Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände) 9 089

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
—	—	—	—	—	—	—	—	—	9401	—	—	—	—	—	—	—	—
251,3	16,0	—	1074 (Regulierfüllöfen)	62,6	—	—	233	21,2	(9,4 %)	Schieferbruchsteine	Ziegel	Putzbau, U. im wesentl. hammerrecht bearb. Bruchst., Architekturteile, Gebäudecken, Tür- und Fenstereinfass. sowie Giebelabdeckungen Sandstein	deutscher Schiefer	U., Flure, Zellen, Grundbuch-, Tresor- und Kassenräume, Treppenhaus und Abtritte gewölbt, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	U. Zementestrich auf Beton, Flure Tonfliesen, Zellen eichene, sonst im wesentl. tannene Dielung	Sandstein, freitragend	Baustil deutsche Renaissance in einfachen Formen. 3 Gefangene in Einzel-, 3 in gemeinschaftlicher Haft.
—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 667 ℳ für Geländeregelung u. Gartenanlagen, 1126 " " Pflasterung, 446 " " Bekiesung, 1858 " " 32 m Umwehrungsmauer mit Eisenblechtor, 691 " " 161 m Drahtzaun, 998 " " Entwässerung, 98 " " die Wasserleitung außerhalb des Gebäudes, 948 " " Senkgruben u. Revisionsschächte, 516 " " die Asch- und Müllgrube.												
—	—	—	—	—	—	—	—	—	10733	—	—	—	—	—	—	—	—
226,9	15,0	—	2581 (Kachelöfen) 744 (Sturmsche Zellenöfen)	149,9 433,5	—	—	—	—	(10,5 %)	Ziegel		Rohbau m. Verblendsteinen, Sockel Sandstein, sonst wie vor	Falzziegel	K., Zellen, Wohnräume z. T., Flure, Kasse, Grundbuchraum, Gerichtsschreibereien im I., Treppenhäuser und Abtritte gewölbt, Schöffensaal wie vor, sonst Balkendecken	K. Ziegelpflaster, z. T. wie auch Zellen und Gefängnisflure Asphaltestrich, die übrigen Flure Tonfliesen, sonst Pitchpine-Riemen	Granit, Haupttreppe unterwölbt, Podeste m. Tonfliesenbelag, Nebentreppe freitragend	Baustil wie vor. 6 bezw. 4 Gefangene wie vor.
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 2064 ℳ für das Stallgebäude, 248 " " Geländeregelung, 53 " " Bodenbefestigung, 2340 " " Pflasterung, 50 " " Gartenanlagen, 4796 " " 56 m Gefangenhofmauer mit 2 Holztoren, 4590 " " 122 " Sockelmauer mit schmiedeeis. Gitter und 4 Gittertoren, 143 " " 81 " Lattenzaun mit Pforte, 1113 " " Entwässerung, 256 " " die Asch- und Müllgrube.												
Gefängnisflügel.																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2016	—	—					—	—
136,0	18,7	—	41 (eiserner Ofen)	61,9	—	—	—	—	(6,4 %)	Ziegel		Rohbau, Sockel, Sohlbänke, Hauptges. u. Abdeck. Sandstein	Schiefer auf Lattung	K., Grundbuch- u. Kassenraum gewölbt, sonst Balkendecken	K. Zementestrich auf Beton, Flure i. E. Tonfliesen, Grundbuch- u. Kassenraum sowie Beratungszimmer buch. Riemen in Asphalt, sonst tannene Dielung	Holz	2 bezw. 4 Gefangene wie bei Nr. 16.
196,6	22,4	—	423 (eiserne Zellenöfen)	341,0	—	—	248	82,7	—		"	"	"	gewölbt	K. wie vor, Flure und z. T. Zellen Asphaltestrich, sonst tannene Dielung	Sandstein, zwischen Wangenmauern	
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 2149 ℳ für den Erweiterungs- und Umbau des Nebengebäudes, 2289 " " Geländeregelung, Umwehrung und Entwässerung, 243 " " die Abtrittsgrube, 73 " " " Asch- und Müllgrube, 1871 " " Insgemein u. Instandsetzungsarbeiten am alten Nebengebäude.												
—	—	—	—	—	—	—	—	—	7386	—	—	—	—	—	—	—	—
192,9	15,8	—	770 (Kachelöfen mit eis. Regulierfülleinsatz) 312 (Regulierfüllöfen)	141,5 65,9	—		—	—	(8,9 %)	Ziegel		Putzbau, Sockel, Hauptgesims, z. T. Tür- und Fenstereinfassungen sowie Giebelabdeckungen Rohbau mit Verblend- und Formsteinen	glasierte Falzziegel	Richterzimmer und Gerichtsschreiberei i. E. Balkendecken, Schöffensaal Holzdecke, sonst gewölbt	K. Ziegelpflaster, Flure Tonfliesen, sonst kieferne Dielung	Granit, freitragend	9 bezw. 4 Gefangene wie bei Nr. 16.
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1356 ℳ für das Abtrittsgebäude, 385 " " Geländeregelung und Gartenanlagen, 1789 " " Bodenbefestigung, Pflasterung usw., 1791 " " 30 m Umwehrungsmauer, 2635 " " 54 " Sockelmauer mit schmiedeeis. Gitter zwischen Ziegelpfeilern und 3 Gittertoren, 666 " " 110 m Lattenzaun, 380 " " den Kesselbrunnen (7,2 m), 87 " " Entwässerung.												

1	2	3	4	5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Name der Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß	davon unterkellert	Gesamthöhe des Gebäudes bzw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam. od. d. Kellersohle b. z. O.-K. d. Hauptgesimses (einschl. d. Höhenzuschl.) (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels	Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage (Baulichkeiten usw., Anlagen in Sp. 14) nach dem Anschlage	nach der Bauausführung im ganzen
						qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		M	M
20	Erweiterungs- u. Umbau d. Amtsgerichtsgebäudes sowie Neubau d. Gefängnisses in **Solingen**	Düsseldorf	96–98	entw. im Minist. d. öffentl. Arb., ausgef. v. Mebus (R.-B. Engelbrecht) (*Elberfeld*)		—	—	—	—	U = 3,90; E = 4,35; I = 4,[illegible]; II = 4,[illegible]; 15,60				—	**175 870**	**174 773**
	a) Erweiterungsbau des Geschäftsgebäudes				Im K.: [illegible], abt., pfw. Im I.: sts, rt, dbzt., 2 rt., 2 gsr., gd., ab. Im II.: sf, rt, dbz., aa, rf, zp, 2 gsr., gd., ab.	113,6; [illegible]; [illegible]; [illegible]	113,6; [illegible]; [illegible]; [illegible]	—; 19,[illegible]; 17,[illegible]; 17,20	2,[illegible]; 3,[illegible]		1,[illegible]; [illegible]	0,[illegible]	[illegible]244,[illegible]	7 (*Richter*)	98 370; —; 9 185 (*tiefere Gründung*); 815 (*Neubeschaffung der inneren Einrichtung und Ausbesserung der vorhandenen*)	96 400; 516; 7 706; 616 (*Beleuchtungskörper*)
	b) Umbau des alten Geschäftsgebäudes				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 000	6 348
	c) Gefängnis	—	—	—	Im K.: [illegible]. Im I. [illegible]; Vgl. die Abbildung zu [illegible] Im I.: 9 z., 2 gmz., kr., sz.	250,[illegible]	230,[illegible]	15,[illegible]	3,[illegible]	U = 3,[illegible]; E = [illegible]; I. = [illegible]	1,[illegible]		2691,[illegible]	19 (*Gefangene* 15 *Männer*, 4 *Weiber*)	41 000; 4 155; 45	40 149; 2 [illegible] (*innere Einricht.*); 2 116 (*Lager- u. Bekleid.-Gegenst.*); 49 (*Beleuchtungskörper*)
	d) Nebenanlagen							—				—			11 400	18 [illegible]
21	Amtsgerichts- u. Gefängnisgebäude in **Kruppitz**	Oppeln	97–98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Gruhl (*Oppeln*)	Im E.: [illegible] gw., sf., [illegible] wk., [illegible], rt., ge. Im I.: sf., rt., rbz., gsr., sr., wt., 6 z., gmz., sz. Im II.: bt., ss., 6 z., sz.	472,[illegible]; [illegible]	472,[illegible]; [illegible]; —	—; [illegible]	[illegible]	U = [illegible]; E = 4,[illegible]; I = 4,[illegible]; (4,[illegible]; 3,[illegible]); II = [illegible]		0,[illegible]	5820,0	2 (*Richter*) 25 (*Gefangene* 19 *Männer*, 6 *Weiber*)	**107 000**; 85 850 (*Geschäfts- und Gefängnisgebäude*); 3 650 (*innere Einrichtung für die Geschäftsräume*); 3 900 (*desgl. f. d. Gefängnis*); 1 150 (*Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände*); 12 450 (*Nebengebäude und Nebenanlagen*)	**101 472**; 77 665; 4 310; 3 530; 1 002; 14 675
22	Desgl. in **Reichenstein**	Breslau	96–98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Stephany u. Mergard (R.-B. Frieda) (*Reichenbach*)	Im E.: gdw., ak., sr., lg., 4 z., gmz., an [illegible], stz., [illegible] die Abbildung [illegible]	411,[illegible]; [illegible]	41[illegible]	—; [illegible]	[illegible],[illegible]	E = [illegible]; (3,[illegible]); I = 4,[illegible]; (3,[illegible]; 1,[illegible])	1,[illegible]	0,30	4039,5	1 *Richter* 10 (*Gefangene*)	**77 600**; 60 200 (*Geschäfts- u. Gefängnisgebäude*); 3 900 (*Neubeschaffung der inneren Einrichtung und Ergänzung d. vorhand.*); 13 500 (*Nebenanlagen*)	**76 401**; 59 521; 3 879; 13 004
23	Desgl. in **Plettenberg**	Arnsberg	98–99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Lüttich (*Hagen i. W.*)	Im K.: [illegible], ak. [illegible]. Im E.: [illegible]. Im I.: [illegible]. [illegible] ak.	[illegible]	[illegible]	—; [illegible]	3,[illegible]; (2,[illegible])	E = [illegible]; [illegible]; I = 4,[illegible]; (1,[illegible]; [illegible])	[illegible]	0,20	4947,0	2 (*Richter*) 9 (*Gefangene*)	**92 478**; 76 928 (*Geschäfts- u. Gefängnisgebäude*); 2 435 (*innere Einrichtung für die Geschäftsräume*); 1 415 (*desgl. f. d. Gefängnis sowie Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände*); 11 700 (*Nebengebäude und Nebenanlagen*)	**89 112**; 75 777; 2 152; 1 218; 9 965

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
—	—	—	—	—	—	—	—	—	13 805 (7,9 %)	—	—	—	—	—	—		—
233,0	13,3	—	1318 (Regulierfüllöfen)	53,9	445	13,1	863	43,2		Ziegel		Putzbau, Sockel Basaltlava, Architekturteile sowie Tür- u. Fenstereinf. Sandstein	deutscher Schiefer	K. u. U., Flure, Treppenhäuser, Kasse, Tresor, Buchhalterei u. Abtritt im E. gewölbt, Sitzungs- und Schöffensaal Holz-, sonst Balkendecken	K. Ziegelpflaster, Flure Tonfliesen, Abtritte Asphaltestrich, Geschäfts- und Wohnräume teils eichene, teils buchene Riemen	Haupttreppe Sandst., Nebentr. Basaltlava, freitragend, Podeste d. letzt. gewölbt, mit Tonfliesenbelag	Baustil italienische Renaissance.
167,8	14,9	2113,1	1690 (eiserne Zellenöfen)	228,0	101	8,4	598	66,4	—	Ziegel		Putzbau, Sockel wie vor, Hauptgesims u. Sohlbänke Sandstein	"	gewölbt	K. z. T. Ziegelpfl., sonst durchweg Asphaltestrich	Basaltlava, freitragend, Podeste z. T. gewölbt, mit Tonfliesenbelag	10 Gefangene in Einzel-, 9 in gemeinschaftlicher Haft.
—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 229 ℳ für Geländeregelung und Bekiesung, 3378 " " Pflasterung, 400 " " Gartenanlagen, 9345 " " 206 m Umwehrungsmauer m. 2 Eisenblechtoren und 1 -pforte, 1568 " " 45 m Sockelm. mit neuem u. 89 m wiederverwandtem altem schmiedeeisern. Gitter nebst Tor und Pforte, 205 " " 10 m Tiergartengitter, 1418 " " Entwässerung, 307 " " die Wasserleitung, } außerhalb der 256 " " " Gasleitung, } Gebäude, 1401 " " " Abtritt-, Asch- und Müllgruben.										
182,9	13,4	—	2049 (Kachelöfen)	122,3	—	—	596	54,2	7771 (7,7 %)	Kalkbruchst.	Ziegel	Rohb., Sock., Architekturteile d. Geschäftsgeb., Sohlbänk. u. Giebelabd. Sandstein	Kronendach von glasiert. Flachziegeln	K. u. U., außer d. Wohnräumen, E., 1. u. II. im wesentl. gewölbt, Treppenhaus d. Geschäftsgeb. Beton-, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	K. Ziegelpfl., im Geschäftsgeb. Flure Tonfliesen, Geschäfts- und Wohnräume kief. Dielung, Gefängnisflügel Asphaltestrich	Granit, sonst wie vor	Baustil deutsche Renaissance in einfach. Formen. 16 bezw. 9 Gefangene wie vor.
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1220 ℳ für d. Abtrittsgebäude, 445 " " " Holz- und Geräteschuppen, 348 " " Geländeregelung, 932 " " Pflasterung und Bekiesung, 350 " " Betonierung um das Gebäude, 504 " " Gartenanlagen, 7576 " " 50 m Umwehrungsmauer m. 2 Eisenblechtoren und 1 -pforte sowie 175 m Sockelmauer mit schmiedeeisernem Gitter zwischen Ziegelpfeilern nebst 2 Toren und 1 Pforte, 949 ℳ für 165 m Drahtzaun, 982 " " d. Entwässerung, 499 " " " Kesselbrunn. (7,5 m), 566 " " " Wasserleit. außerh. des Gebäudes, 304 " " " Asch- u. Müllgrube.										
134,9	14,7	—	1361 (wie vor)	115,6	—	—	1111	123,4	9000 (12,9 %)	Bruchsteine	Ziegel	Rohbau m. Verblendsteinen, Architekturteile, Giebelabd., Tür- und Fenstereinf. d. Geschäftsgeb. sowie Sohlbänke Sandstein	Kronendach	im E. Wohnr., im 1. 1 Gerichtsschreiberei, Wartezimmer u. Abtritte Balkendecken, Schöffensaal wie vor, sonst gewölbt	K. Zementestrich auf Beton, sonst wie vor	Granit, Haupttreppe auf Gewölben, Nebentr. freitrag., Podeste d. ersteren gewölbt, mit Tonfliesenbelag	Baustil wie vor. 6 bezw. 4 Gefangene wie bei Nr. 20 c.
—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 2821 ℳ für Geländereg., Pflaster., Gartenanl. usw., 3965 " " 71 m Umwehr.-Mauer m. 2 Holztoren, 2242 " " 33 " Sockelmauer m. schmiedeeisern. Gitter zw. Ziegelpf. nebst Tor u. Pforte, 250 " " die Wasserleitung außerh. d. Gebäudes, 541 " " Entwässerung, 210 " " die Abtrittsgrube, 2000 " " den Vorflutkanal, 90 " " die Müllgrube, 885 " " Insgemein.										
165,7	15,3	—	352 (neue Regulierfüllöfen; außerdem sind alte wiederverwandt)	—	—	—	867	86,7	10 422 (11,7 %)	Bruchsteine, Innenwände z. T. Ziegel	Ziegel	Putzbau, Sockel t. Werksteine, t. hammerrecht bearb. Bruchsteine, sonst wie vor	deutscher Schiefer	K., Flure, 1 Gerichtsschreiberei, Grundbuchraum, Abtritte im E., Gerichtsdienerwohnung z. T., Zellen und Treppenhäuser gewölbt, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	K. teils Zementestrich auf Beton, teils Ziegelpfl., sonst wie bei Nr. 21.	Sandstein, Haupttr. zwischen Wangenmauern, Nebentr. freitrag., Podeste z. T. gewölbt, m. Tonfliesenbelag	Baustil wie bei Nr. 21. 5 bezw. 4 Gefangene wie bei Nr. 20 c.
			540 (eiserne Zellenöfen)	213,8													
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 2075 ℳ für das Abtrittsgebäude u. die Abtritts-, Asch- und Müllgruben, 1467 " " Geländeregelung, Pflasterung, Gartenanlagen usw., 6423 " " 128 m Umwehrungsmauer, davon 17 m mit schmiedeeisernem Gitter, einschl. zweier Eisenblechtore, eines Gittertores und zweier -pforten.										

1	2	3	4	5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm	davon unterkellert qm	Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam. st. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10) m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Turmbauten usw. m	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau- nach dem Anschlage ℳ	nach im ganzen ℳ
24	Amtsgerichts- und Gefängnisgebäude in **Neudamm**	Frankfurt a. O.	98 | 99	entw. im Minist. der öffentl. Arb. ausgef. von Richter (R.-B. Bendixen) (*Königsberg N.-M.*)	Im K.: [illegible] wk, stx, rn, ba, gr. „ E.: [illegible] sl, rt, bz, ra, pl, zgl, ak, gl, 2z, gmx, sx, lg, gr. „ D.: nk.	139,[illegible] [illegible]	[illegible]	— [illegible]	2,[illegible]	C = 2,61 (1,80) E = 4,50 (3,50) (3,30) I = 4,[illegible] (4,30) (3,30)	— —	[illegible]	5018,[illegible]	— 1 (*Richter*) 11 (*Gefangene*)	90 060 72 580 (*Geschäfts- und Gefangenengebäude*) 5 500 12 000 (*Nebengebäude und Nebenanlagen*)	79 720 61 738 3 510 (*inn. Einr. f. d. Gesch.-Räume*) 1 358 (*desgl. f. d. Gefängnis*) 206 (*Beleucht.-Körper*) 12 909
25	Desgl. in **Ehrenbreitstein**	Koblenz	98 | 99	entw. im Minist. der öffentl. Arb. ausgef. von Henderichs R.-B. Bl[illegible] (*Koblenz*)	Im [illegible] wk, ba, gr, [illegible] „ I. [illegible] sl, [illegible] bz, [illegible] ass, [illegible] st, wk, gl, [illegible] genz, [illegible] ab „ II. [illegible] 2z, gmz, [illegible] ba.	— [illegible]	—	[illegible]	—	C = [illegible] E = 4,[illegible] (4,30) I = 4,[illegible] (5,60) ([illegible]) II = 3,[illegible]	1,[illegible]	[illegible]	59[illegible],[illegible]	— 2 (*Richter*) 12 (*Gefangene*) 6 (*Männer*) 6 (*Weiber*)	121 500 103 157 (*Geschäfts- und Gefangenengebäude*) 8 000 (*Künstliche Gründung*) 3 000 (*innere Einrichtung für die Geschäftsräume*) 2 500 4 243 (*Nebenanlagen*)	111 241 91 912 8 529 1 061 911 (*desgl. f. d. Gefängnis*) 1 031 (*Lagerungs- u. Bekleid.-gegenst.*) [illegible] (*Beleucht.-Körper*) 4 243
26	Desgl. in **Mansfeld**	Merseburg	98 | 99	entw. im Minist. der öffentl. Arb. ausgef. von Jellinghaus (R.-B. Berger) (*Sangerhausen*)	Im K.: 2wk, stx, [illegible] „ I. [illegible] sl, rt, [illegible] rt, ass, 2gsr, ze, [illegible] [illegible] genz, [illegible] ab „ II. [illegible] arbr. „ D. [illegible] fr.	[illegible]	480,[illegible]	[illegible]	2,5[illegible]	E = [illegible] ([illegible]) I. = [illegible] ([illegible]) ([illegible]) [illegible] (II = [illegible]) ([illegible])	[illegible]	[illegible]	— 7751,[illegible]	— 2 (*Richter*) 14 (*Gefangene*)	139 175 106 675 (*Geschäfts- und Gefangenengebäude*) 7 500 (*innere Einrichtung, Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände*) 25 000 (*Nebenanlagen*)	131 450 104 500 6 550 20 400
27	Desgl. in **Schwelm**	Arnsberg	98 | 99	entw. im Minist. der öffentl. Arb. ausgef. von [illegible] R.-B. Kuhl[illegible] (*Hagen i. W.*)	Im K.: [illegible] gfk, [illegible] wk, [illegible] stz, [illegible] „ I. [illegible] 2z [illegible] gsr, [illegible] sz, [illegible], lg. „ II. [illegible] gmz, [illegible] Im Nebengebäude [illegible]	888,[illegible] [illegible]	888,[illegible] [illegible]	[illegible]	2,[illegible]	E = 4,[illegible] ([illegible]) I = 4,[illegible] (4,[illegible]) (3,[illegible]) II = 3,[illegible]	—	— [illegible]	— 10940,2	— 4 (*Richter*) 24 (*Gefangene*)	210 380 177 600 (*Geschäfts- und Gefangenengebäude*) 6 300 (*innere Einrichtung für die Geschäftsräume*) 3 500 (*innere Einrichtung, Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände für das Gefängnis*) — (*Beleuchtungskörper*) 22 920 (*Nebengebäude und Nebenanlagen*)	206 439 175 710 5 174 3 151 461 21 943

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
—	—	—	—	—	—	—	—	—	6473		—		—	—	—	—	—
134,5	12,3	—	2110 (Kachelöfen)	137,0	200	12,5	—	—	(8,1 %)	Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblend- u. Formsteinen, Sockel des Geschäftsgebäudes Granit, Sohlbänke teilw. Sandstein	deutscher Schiefer	Wohnräume im E. und Geschäftsräume im I. Balkendecken, Schöffensaal Holzdecke, sonst gewölbt	K. Ziegelpfl., Flure u. Abtritte im Geschäftsgebäude Zementfliesen, Geschäftsräume kief. Dielung, sonst Asphaltestrich	Granit, zwischen Wangenmauern, Podeste im wesentl. gewölbt, mit Zementfliesenbelag	7 Gefangene in Einzel-, 4 in gemeinschaftlicher Haft.
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1588 ℳ für d. Abtrittsgebäude, 281 „ „ Geländeregelung und Bodenbefestigung, 1007 „ „ Pflasterung, 189 „ „ Gartenanlagen, 6373 „ „ 166 m Umwehrungsmauer mit 2 Toren u. 1 Pforte, 1391 „ „ 36 „ Sockelmauer mit schmiedeeis. Gitter zwischen Ziegelpfeilern nebst 2 Gittertoren u. 2 -pforten, 437 „ „ den Brunnen (25 m), 1176 „ „ Entwässerung, 42 „ „ die Gasleitung außerhalb des Gebäudes, 425 „ „ „ Asch- und Müllgrube.															
—	—	—	—	—	—	—	—	—	11692	—	—		—	—	—	—	—
199,9	15,5	—	1151 (Regulierfüllöfen)	63,6	225	11,8	424	35,3	(10,5 %)	Schieferbruchsteine	wie vor	Putzbau, Sockelfuß Basaltlava, Architekturteile, Tür- u. Fenstereinfass. des Geschäftsgebäudes sowie Hauptgesims des Gefängnisflügels u. vordere Sockelmauer Sandstein, die übrigen hammerrecht bearb. Schieferbruchsteine	wie vor	U. und im wesentlichen E., Zellen u. Flure im I. u. II. sowie Treppenhäuser gewölbt, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	U. i. wesentl. Ziegelpfl., Flure im Geschäftsgebäude Tonfliesen, die des Gefängnisses und der Wohnung sowie einz. Räume im U. Asphaltestrich, sonst kief. Dielung	Sandstein, Haupttr. unterwölbt, Nebentreppe freitrag., Podeste durchweg gewölbt, t. mit Tonfliesenbelag, t. mit Asphaltestrich	Baustil deutsche Renaissance. Künstliche Gründung auf 0,75 m starker Betonplatte mit Eiseneinlagen. 6 Gefangene in Einzel-, 6 in gemeinschaftlicher Haft.
—	—	—	Nebenanlagen: 1169 ℳ für Geländeregelung, Pflasterung usw., 2578 „ „ 38 m Umwehrungsmauer mit 1 schmiedeeis. Gittertor u. -pforte und 1 Eisenblechtor, 266 „ „ Entwässerung, 198 „ „ d. Wasserleitung, } außerhalb des 32 „ „ „ Gasleitung } Gebäudes.															
—	—	—	—	—	—	—	—	—	11130	—	—	—	—	—	—	—	—
184,0	13,5	—	1634 (Regulierfüllöfen) 1498 (Sturmsche Zellenöfen)	73,0 490,9	—	—	—	—	(8,5 %)	im wesentl. Bruchsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblendsteinen, Sockel, Architekturteile, Bänder, Tür- u. Fenstereinfass. des Geschäftsgebäudes sowie Sohlbänke des Gefängn. Sandstein	deutscher Schiefer	K., Zellen, Flure, Abtritte, 2 Gerichtsschreibereien, Grundbuch- u. Kassenräume sowie Treppenh. gewölbt, sonst Balkendecken	K. Ziegelpfl., Gefängnis Asphaltestr., Flure, Abtritte, Küchen u. Speisek. Tonfliesen, sonst kief. Dielung	Sandstein, Haupttr. zwischen Wangenmauern, sonst freitragend, Podeste z. T. gewölbt, mit Tonfliesenbelag	8 bezw. 6 Gefangene wie vor.
—	—	—	Nebenanlagen: 1661 ℳ für Geländeregelung, 1375 „ „ 317 qm Pflasterung, 478 „ „ 140 „ Mosaikpflaster, 2472 „ „ Gartenanlagen, 5959 „ „ 89 m Umwehr.-Mauer m. 3 Holztoren u. 1 Eisenblechtor, 1787 „ „ 22 „ Sockelmauer mit schmiedeeis. Gitter zwischen Ziegelpfeilern nebst 1 Gitterpforte, 1471 „ „ 256 m Lattenzaun, 421 „ „ Entwässerung, 4344 „ „ den Röhrenbrunnen (43 m), 305 „ „ 3 Chausseegrabenbrücken, 127 „ „ 4 eiserne Asch- und Müllkasten.															
—	—	—	—	—	—	—	—	—	13270	—	—	—	—	—	—	—	—
197,7	16,6	—	15835 (Warmwasserheiz.) 270 (Regulierfüllöfen)	317,4 50,3	835	18,6	2116	302,3	(6,4 %)	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	wie vor	Rohbau mit Verblendsteinen, Sockelfuß, Sohlbänke u. Gesimse Basaltlava, Tür- und Fenstereinfass. des Geschäftsgebäudes sowie Giebelabdeckungen u. Eckquadern Sandstein	wie vor	Schöffensaal Holzdecke, sonst im wesentlichen wie vor	K. t. Zementestrich auf Beton, t. Ziegelpflast., Flure Tonfliesen, Zellen Asphaltestrich, sonst kief. Dielung	Sandstein, Haupttr. zwischen Wangenmauern, Nebentreppen freitragend	Baustil deutsche Renaissance in einfachen Formen. 16 bezw. 8 Gefangene wie bei Nr. 25.
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 2304 ℳ für d. Stall- und Abtrittsgebäude, 4970 „ „ Geländeeinebnung, Pflasterung, Gartenanlagen usw., 10593 „ „ Umwehrungsmauern, davon 38 m mit schmiedeeis. Gitter, einschließl. zweier Eisenblech- und Gittertore, sowie einer Gitterpforte, 3052 „ „ Entwässerung, 242 „ „ d. Wasserleitung, } außerhalb des Gebäudes, 95 „ „ „ Gasleitung, } 687 „ „ 2 Dung-, Asch- und Müllgruben.															

B. Geschäftsgebäude für

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beschrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam. od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, ausschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau-	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				nach dem Anschlage	nach im ganzen
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
28	Erweiterungsbau des Land- und Amtsgerichtsgebäudes in **Memel**	Königsberg	97	98	entw. von Rauch, ausgeführt von Callenberg *(Memel)*	Im I.: 2rt, gsr, sr, ab. „ II.: 3sa, kz (gd), ab.	— 210,1	— 210,1	— 16,35	— 2,60	E. = 3,70 I. = 4,02 II. = 3,99	— 1,80	— —	— 3135,1	— —	**56 590** 47 515 *(Erweiterungsbau)* 3 685 *(bauliche Änderungen am alten Teile)* 1 332 *(Abbrucharbeiten)* 2 015 *(innere Einrichtung u. Beleuchtungskörper)* 1 983 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**52 288** 41 528 4 069 1 347 1 949 3 395
29	Erweiterungs- und Umbau des Land- u. Amtsgerichtsgebäudes sowie bauliche Änderungen im Gerichtsgefängnisse in **Münster**	Münster	97	98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Vollmar *(Münster I)*	Im K.: glw, wk, 2ab. „ I.: rt, an, 2 gsr, h. „ D.: ak (4).	— 399,1 *5,7* *375,2* *18,2*	— 390,0 *5,7* *375,2* *9,1*	— — *14,35* *12,25* *8,65*	— 3,15	E. = 4,30 I. = 4,00	— 0,60 (1,40)	— (0,10)	— 4835,4	— —	**93 153** 78 963 *(Erweiterungsbau)* 6 790 *(Umbau des alten Teiles)* 210 *(Abbrucharbeiten)* 4 200 *(innere Einrichtung)* 90 *(Beleuchtungskörper)* 1 900 *(bauliche Änderungen im Gefängnis)* 1 600 *(Nebenanlagen)*	**85 849** 69 761 6 640 151 4 200 389 2 070 2 638
30	Erweiterungs- und Umbau des Schwurgerichtsgebäudes in **Greifswald**	Stralsund	98	99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Schmidt (R.-B. Fischer) *(Greifswald)*	Im K.: wk, pl (g), r und k, s (zu rw bezw. afsw gehörig), hz, abr. „ I.: 2sa, 2rt, ass, 2gsr, 3sr, kz, gd, 2ab. „ II. 3rf.	— 613,8 *208,3* *27,4* *378,1*	— 613,8 *208,3* *27,4* *378,1*	— — *14,70* *12,49* *11,30*	— 2,70	E. = 3,60 I. = 4,30 (II. = 4,00)	— (0,76) 1,26	— (0,10)	— 7674,3	— —	**167 504** 119 504 *(Erweiterungsbau)* 30 200 *(Umbau des alten Teiles)* 9 000 *(innere Einrichtung u. Beleuchtungskörper)* 8 800 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**153 611** 110 082 25 608 7 065 9 956
31	Land- und Amtsgerichtsgebäude in **Glatz**	Breslau	95	98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Kruttge (R.-B. Zeidler) *(Glatz)*	Im K.: plw, bzw. pfd, ak (2), gm, 3z, alr, br, ab. „ I.: sg, str, pr, drz, 3bz, km, 2gsr, zg, rs, sr, b, 2s, wt, gd, 2z, ab. „ II.: ze, bz, 4sa, ta, gsr, 6sr, alr, ak (3), s, wt, al, gd, ab.	— 1287,6	— 1287,6	— 17,30	— 3,10	E. = 4,50 I. = 4,50 (6,00) II. = 4,50 (2,00)	— —	— 0,30	— 22146,7	— —	**454 700** 397 300 *(Geschäftsgebäude einschl. der Wasserleit. außerhalb d. Geb.)* 37 400 20 000 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**426 857** 359 170 34 154 *(innere Einricht.)* 2 413 *(Beleuchtungskörper)* 31 120

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								
qm ℳ	cbm ℳ	Nutzeinheit ℳ	im ganzen ℳ	für 100 cbm beheizten Raumes ℳ	im ganzen ℳ	für 1 Flamme ℳ	im ganzen ℳ	für 1 Hahn ℳ	ℳ	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
Land- und Amtsgerichte.																	
— 197,7	— 12,1	— —	— 1405 (Kachelöfen)	— 121,4	— 590	— 8,6	— —	— —	5032 (9,6 %)	— Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	— Ziegel	— Rohbau, Sockel Feldsteine	— Zink	— K., Flure, Grundbuchraum, Treppenhaus und Abtritte gewölbt, sonst Balkendecken	— K. Ziegelpfl., Flure Asphaltestrich, Abtritte Mettlacher Fliesen, sonst kief. Dielung	— Granit, freitragend	— —
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1150 ℳ für das Abtrittsgebäude nebst Asch- und Müllgrube, 414 „ „ die Umwehrungsmauer des Hofes, 571 „ „ den Brunnen, 1260 „ „ Entwässerung.												
— 174,4	— 14,4	— —	— 1369 (Regulierfüllöfen)	— 84,3	— 180	— 8,2	— 625	— 29,8	9960 (11,6 %)	— Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	— Ziegel	— Rohbau m. Verblendsteinen, Sockelfuß, Gesimse und Sohlbänke Sandstein	— deutscher Schiefer	— K., Flure, Treppenhaus und Zwischenbauten gewölbt, sonst Balkendecken	— K. Ziegelpfl., Flure Tonfliesen, Wohnräume tann. Dielung, Geschäftsräume eich. Riemen	— Granit, freitragend. Podeste gewölbt, mit Tonfliesenbelag	— —
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 321 ℳ für Geländeregelung, 2064 „ „ 564 qm neues Pflaster und 370 „ Umpflasterung. 117 „ „ Entwässerung, 136 „ „ die Asch- und Müllgrube.							
— 180,8	— 14,6	— —	— 18621 (Warmwasserheizung) 2196 (Kachelöfen und Kochherde)	— 363,3 —	— 701	— 12,1	— 955	— 106,1	13167 (8,6 %)	Bank. Feldst., sonst Ziegel	— Ziegel	— Rohbau mit Verblend- und Formsteinen, Sockelfuß Granit	— Kronendach von glasierten Freiwaldauer Flachziegeln	— K. und Flure gewölbt, Treppenhaus Kleinesche Decke, sonst Balkendecken	— K. im wesentl. Beton, Flure und Abtritte Tonfliesen, in den Geschäfts- und Wohnräumen kieferne Dielung	— Haupttreppe Kunststein, t. auf Gewölben, t. zwischen Wangenmauern, Nebentr. Granit, freitrag.	— —
—	—	—	—	—	Nebengebäude u. Nebenanlagen: 904 ℳ für das Abtrittsgebäude, 68 „ „ Hofbekiesung, 1538 „ „ Pflasterung usw., 3219 „ „ 38 m Umwehrungsmauer mit schmiedeeis. Tor u. Pforte, 175 „ „ 16 m Drahtzaun, 63 „ „ die Gasleitung, } außerb. des 101 „ „ „ Wasserleitung. } Gebäudes. 2767 ℳ für Entwässerung, 1118 „ „ Insgemein.												
— 278,9	— 16,2	— —	— 48951 (Warmwasserheizung) 1584 (Luftheizung für den Schwurgerichtssaal) 676 (Kachelöfen)	— 399,8 189,7 169,0	— 1717	— 14,0	— 1172	— —	38864 (9,1 %)	— Bankette Sandbruchst., sonst Ziegel	— Ziegel	— Putzbau, Sockel, Gebäudeecken, Architekturteile sowie in den Hauptansichten Tür- und Fenstereinfassungen Sandstein, letztere in der Hofansicht Ziegelrohbau	— Risalit Kupfer, sonst glasierte Freiwaldauer Flachziegel	— im wesentl. gewölbt, Verhandlungssäle und einige andere Räume Betondecken	— K. im wesentl. Ziegelpflaster, Flure daselbst Zementestrich auf Beton, die übrigen Terrazzo, Abtritte Asphaltestr., Küchen Tonfliesen, Geschäfts- u. Wohnräume im E. eich. Stäbe, im I. und II. t. Zement-, t. Gipsestrich mit Linoleumbelag	— Haupttreppe Granit auf Gewölben, Podeste mit Terrazzobelag, Nebentreppen Granit, freitragend	— Barockstil in einfachen Formen.
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 6433 ℳ für das Abtrittsgebäude, 298 „ „ Geländeregelung, 4091 „ „ Pflasterung, 940 „ „ Chaussierung, 1012 „ „ Gartenanlagen, 10693 „ „ 85 m Umwehrungsmauer und 180 m Sockelmauer mit schmiedeeisernem Gitter nebst 2 Toren und 2 Pforten, 1689 „ „ die Gasleitung, } außerhalb des 2124 „ „ „ Wasserleitung, } Gebäudes, 2655 „ „ Entwässerung, 585 „ „ die Asch- und Müllgruben.												

C. Geschäftsgebäude für Amts- in Verbindung mit

1	2	3	4	5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm	davon unterkellert qm	Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam. od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10) m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw. m	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau- nach dem Anschlage ℳ	nach im ganzen ℳ
32	Amtsgerichtsgebäude und Gefängnis in **Itrotterode**	Kassel	96 98	entw. bei der Regierung, ausgef. von Heltz (R.-B. Wachsmann) *(Schmalkalden)*	Im U: glw. df. „ E: [illegible] Richter, [illegible] ab „ I: sf, bz, gst, sz, wt, ab. „ D: ak	—	—	—	—		—	—	—	—	**94 027**	**83 540**
	a) Geschäftsgebäude	—				212,5 [illegible]	—	— [illegible]	—	U — 2,[illegible] E — 3,82 I — 3,65 (4,70)	(0,[illegible])	0,76	2525,2	1 (Richter)	53 707 2 750 (innere Einrichtung)	51 741 2 378
	b) Gefängnis	—		—	Im K: wk. E: s. d. die Abbildung zu a Im I: 2z, gnz, [illegible]	78,[illegible]	78,[illegible]	9,[illegible]	2,[illegible]	E — 3,[illegible] I — [illegible]	1,[illegible]	—	741,0	9 (Gefangene 5 Männer, 4 Weiber)	23 500 850 (Ergänzung der inneren Einrichtung)	17 123 822
	c) Nebengebäude und Nebenanlagen	—		—	—	—	—		—		—	—	—	—	13 220	11 276
33	Desgl. in **Schwedt a. O.**	Potsdam	96 99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Mund *(Angermünde)*	Im K: glw, [illegible] (2), „ I: sf, [illegible] (bz), 2 gst, k, wt, z.	—	—	—	—			—	—	—	**128 100**	**118 470**
	a) Geschäftsgebäude					29[illegible]	29[illegible]	— [illegible]	2,[illegible]	E — 4,[illegible] I — 4,[illegible] (5,[illegible])	—	0,[illegible]	3453,9	2 (Richter)	55 570 3 300 (innere Einrichtung und Blitzableitungskörper)	45 332 4 137
	b) Gefängnis	—		—	Im K: gfz, [illegible] vr, wk, [illegible], stz „ I: gaw, sz, sz. „ II: [illegible]z, Ssdz, sz, [illegible]	257,[illegible]	[illegible]	— [illegible]	2,[illegible]	E — [illegible] I — 3,[illegible] II — 3,[illegible]	[illegible]	(0,[illegible])	3182,0	30 (Gefangene 25 Männer, 5 Weiber)	46 880 4 500 (innere Einrichtung, Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände)	49 592 2 967
	c) Nebengebäude u. Nebenanlagen	—		—	—	—	—	—			—	—	—	—	17 850	16 142
34	Desgl. in **Znin**	Bromberg	97 99	entw. im Minist. der öffent. Arb., ausgef. von Wagenschein u. Kuhlmey *(Schubin)*	Im U: gdw, „ I: sf, [illegible] (bz), rt, 2gsr, wt. „ D: ak, [illegible]	—	—	—	—		—	—	—	—	**166 565**	**154 899**
	a) Geschäftsgebäude					[illegible]		[illegible]	—	U — 3,[illegible] E — 4,[illegible] I — 4,[illegible]	[illegible]	(0,[illegible])	4529,5	3 (Richter)	64 372 5 000 (tiefere Gründung) 5 340 (innere Einrichtung)	61 280 4 620 5 481
	b) Gefängnis	—		—	Im K: gfk, [illegible], vr, wk, [illegible], [illegible] de „ I: Sz, 2 [illegible], stz, sz	230,[illegible]	230,[illegible]	[illegible]	[illegible]	E — 3,[illegible] I — 3,[illegible]	—	[illegible]	2236,8	20 (Gefangene 16 Männer, 4 Weiber)	38 361 13 920 (tief u. kunstl. Gründung) 2 992 (innere Einrichtung) 2 340 (Lagerungs- u. Bekleidungsgegenstände)	37 068 12 961 2 388 1 927
	c) Nebengebäude u. Nebenanlagen	—		—			—	—			—	—	—	—	34 240	28 574

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der						Bauleitung	Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung										
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
gerichte, Land- und Amtsgerichte besonderem Gefängnis.																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	5627 (6,7%)	—	—		—			—	
243,4	20,5	—	591 (Regulierfüllöfen)	59,3	—	—	644	—		Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Vorderansicht: Rohbau mit Verblendst., Sockelmauer hammerrecht bearbeitete Bruchsteine, Sockelfuß, Architekturt., Giebelabdeck., Türeinfassung, Fensterstürze und -teilungen Sandstein. Hinteransicht: Rohbau, Sohlbänke Sandst.	glasierte Falzziegel	U., Abtritt im E., Standesregister- u. Grundbuchräume sowie i. wesentl. Flure und Treppenhaus gewölbt, Gewölbespiegel d. letzteren Beton-, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	Flure im U. Zementestrich auf Beton, im E. u. I. Tonfliesen, Geschäfts- u. Wohnräume tannene Dielung, Schöffensaal eichene Riemen	Sandstein, auf. eis. Trägern, Podeste gewölbt, mit Tonfliesenbelag	Baustil deutsche Renaissance in einfachen Formen. Die verhältnismäßig sehr hohen Ausführungskosten für das Kubikmeter umbauten Raumes des Geschäftsgebäudes und d. Gefängnisses sind durch besondere örtliche Verhältnisse u. ungewöhnlich teure Materialienpreise bedingt.
219,5	23,1	1902,6	396 (eis. Zellenöfen)	278,9	—	—	78	26,0	—	"	"	Rohbau, Sohlbänke Sandstein	wie vor	Treppenhaus betonierte Wellblechdecke, sonst gewölbt	K. Ziegelpflaster, Flure und Waschküche das. Zementestrich auf Beton, E. u. I. Asphalt-, D. Lehmestrich	"	3 Gefangene in Einzel-, 6 in gemeinschaftlicher Haft.
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1475 ℳ für d. Abtrittsgebäude, 2863 " " Geländeregelung, Bekiesung, Pflasterung usw., 6204 " " 65 m Umwehrungsmauer mit Tor und Pforte, 56 " " d. Wasserleitung außerhalb der Gebäude, 467 " " Entwässerung, 211 " " d. Asch- und Müllgrube.														
—	—	—	—	—	—	—	—	—	15 507 (13,1%)	—	—	—	—		—		—
154,7	13,1	—	1800 (Kachelöfen) 276 (Majolikaöfen mit eis. Regulierfülleinsatz)	156,6 99,4	123	15,4	—	—		Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblend- u. Formsteinen. Sockel Granit	Kronendach von glasierten Freiwaldauer Flachziegeln	K., Flure, Treppenhäuser, Abtritt, Zelle, Grundbuch- und Kassenräume gewölbt, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	Flure u. Wirtschaftsräume im K. Ziegelpflast., im E. u. I. Tonfliesen, sonst kief. Dielung	Granit, t. unterwölbt, t. zwisch. Wangenmauern, Podeste gewölbt, mit Tonfliesenbelag	Baustil einfache gotisierende Formen.
192,9	15,6	1653,1	1299 (Zellen-Kachelöfen) 434 (Kachelöfen)	224,0 233,0	330	30,0	—	—	—	"	"	Rohbau mit Verblend- u. Formsteinen, Sohlbänke Sandstein	"	gewölbt	K. Ziegelpflaster, Wohn- u. Diensträume kief. Diel., sonst im wesentl. Asphaltestrich	Granit, freitrag., Podeste gewölbt, mit Asphaltestrich	—
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 509 ℳ für d. Arbeitsschuppen, 1598 " " 2 Abtrittsgebäude, 2036 " " Geländeregelung, Pflasterung usw., 73 " " Gartenanlagen, 7075 " " Umwehrungen mit 2 Toren und 2 Pforten, 381 " " 2 Brunnen, 180 " " d. Asch- und Müllgrube, 3600 " " " Versetzen der Ratswage.														
—	—	—	—	—	—	—	—	—	13 200 (8,5%)	—	—	—	—				—
180,5	13,5	—	211 (Kachelöfen) 1386 (Regulierfüllöfen)	97,6 94,5	—	—	—	—		Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Formsteinen	glasierte Falzziegel	U., Flure, Treppenhaus, Kassen-, Tresor- und Grundbuchräume gew., Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	U., ausschl. der Wohnräume, Ziegelpflaster, z. T. mit Asphaltestrich, Flure Tonfliesen, sonst kief. Dielung	Granit, freitrag., Podeste gewölbt, mit Tonfliesenbelag	—
163,8	16,6	1883,4	130 (Kachelöfen) 846 (Chamotteöfen)	119,8 194,6	—	—	—	—	—	"	"	Rohbau, Sohlbänke Granit	"	gewölbt	Aufseherwohnung kief. Dielung, sonst Asphaltestrich	Granit, freitrag., Podeste z. T. gewölbt, mit Asphaltestrich	Künstliche Gründung auf Senkbrunnen. 12 Gefangene in Einzel-, 8 in gemeinschaftlicher Haft.
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 5231 ℳ für 3 Abtrittsgebäude, 1934 " " d. Geräteschuppen, 1407 " " Geländeregelung, 13 178 " " 141 m Umwehrungsmauer mit 2 Holztoren und 2 -pforten, 20 m Stützmauer mit Lattenzaun, 11 m Bretterzaun, 14 m Lattenzaun mit -tor, 51 m Drahtzaun sowie 1 schmiedeeis. Tor zwischen Ziegelpfeilern, 66 " " Entwässerung, 853 " " d. Brunnen (5,0 m) nebst Rohrleitung u. 2 eis. Pumpen, 478 " " 2 Asch- u. Müllgruben. 4911 ℳ für Bodenbefestigung, Bekiesung und Pflasterung, 22 " " Gartenanlagen, 491 ℳ für Insgemein.												

Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von — bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm	davon unterkellert qm	Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10) m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw. m	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14. der Bau- nach dem Anschlage ℳ	nach im ganzen ℳ
1	2	3	4	5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
35	Amtsgerichtsgebäude und Gefängnis in **Swinemünde** a) Geschäftsgebäude	Stettin	97 99	Blankenburg (*Swinemünde*)	Im I.: sf, rt, [illegible], 2 rt, na, 2 gsr, sp. „ II.: gsr, st, ak (3 [illegible]	474,1	474,1	— 13,00	— 2,70	E = 4,30 I. = 4,30 14,00	1,30	0,70	— 6163,3	— 4 (*Richter*)	**161 850** 80 250 7 981	**150 161** 77 587 6 169 (*inn. Einr.*) 165 (*Beleucht.-Körper*)
	b) Gefängnis			—	Im K.: k, [illegible], wk [illegible] ab (zu gaw gehörig), gfh, s, vr, wk, ba, stz. „ E.: 1 = sz (abt. 2 = au, 3 und st = gaw. „ I.: sls, kr, 5 z, gmz, sz, cp	225,0	225,0	9,92	2,70	E = 3,30 I = 3,30	0,45	0,40	2232,6	29 (*Gefangene 21 Männer 8 Weiber*)	34 100 2 019 (*innere Einrichtung*) — (*Beleuchtungskörper*)	38 982 3 742 25
	c) Nebengebäude und Nebenanlagen	—		—		—	—	—	—		—	—	—	—	31 500	23 491
36	Erweiterungsbau des Land- und Amtsgerichtsgebäudes und Neubau des Gefängn. in **Allenstein** a) Anbauten am Geschäftsgebäude	Königsberg	95 98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Ehrhardt (R.-B. Böttcher u. Timmermann) (*Allenstein*)	Im K.: hzw, 2 z. „ I.: drz, rt, ass, gsr, rv, 3 sr. „ II.: rf, 2 sr. (*E. zum Amtsgericht, I. u. II. zum Landgericht gehörig.*)	484,8 [illegible]	372,5 [illegible]	— 18,75 13,25 [illegible]	4,30	E = 4,30 (4,80) I = 4,30 II = 4,30	2,00 (0,90)	—	7668,0	—	**564 600** 106 000 700 (*Wiederherstellungsarbeiten am alten Teil*) 8 650	**459 159** 83 571 — 7 532 (*innere Einrichtung*) 463 (*Beleuchtungskörper*)
	b) Gefängnis	—		—	Im E.: [illegible] sz, 3 = Luftkammer, ass = Assistent. „ I.: 18 z, 23 slz, 2 sz, lg, v, 2 k, 2 gd, 2 ba, 2 kr, 4 ns. „ II.: 18 z, 23 slz, 2 sz, gp, 2 kt, ab, 3 ns, lg, v, bt, skr. „ III.: 11 z, 3 gmz, 23 slz, sls, 2 sz, as, ga, gaw.	128[illegible]	—	— [illegible]	—	E = 3,50 (4,50) (5,00) (3,40) I. = 3,50 II = 3,50 III = 3,50	0,70	10,20	18630,2	172 (*Gefangene 127 Männer, 31 Weiber, 14 jugendliche Gefangene*)	287 200 22 967 (*innere Einrichtung*) 4 583 (*Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände*)	226 886 20 355 4 275
	c) Beamtenwohnhaus	—		—	Im K.: wk. „ I.: rw. „ II.: 2 kag.	188,4	188,4	10,55	2,70	E. = 3,60 I. = 3,50	1,30	0,55	1987,0	—	26 500	20 936
	d) Wirtschaftsgebäude	—		—		265,4 [illegible]	130,6 [illegible]	[illegible]	2,50	4,10	(M) 2,30	—	2166,8	—	42 000 — (*innere Einrichtung der Koch- und Waschküche*)	29 001 4 381
	e) Nebengebäude und Nebenanlagen	—		—	Im K.: vr [illegible]. „ E.: 1 = Gemüseputzraum, 2 = Wärterstubenkammer, 3 = uf [illegible]	—	—		—	—	—	—	—	—	66 000	61 756

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der						Bauleitung	Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung										
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
—	—	—	—	—	—	—	—	—	11739 (8,0 %)	—	—	—	—		—		—
163,7	12,6	—	2749 (Kachelöfen)	147,0	588 (elektrische Beleuchtung)	25,6	—	—		Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblend- u. Formsteinen, Sockel Granit	glasierte Doppelfalzziegel	K., Flure, Treppenhäuser, Kassen-, Tresor- u. Grundbuchräume gew., Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	K. Ziegelpflaster, Flure Tonfliesen, sonst Pitchpine-Riemen	Granit, Hauptreppe unterwölbt, Nebentr. freitrag., Podeste durchweg gew. mit Tonfliesenbel.	Baustil wie bei Nr. 33 a.
172,9	17,4	—	1011 (eis. Zellenöfen) 470 (Kachelöfen)	449,0 174,0	129 (wie vor)	18,4	—	—	—	„	„	Rohbau, Hauptgesims u. Sohlbänke Sandstein	„	gewölbt	K. u. Flure wie vor, Küchen u. Spülzellen Asphaltestrich, sonst Pitchpine-Riemen	Granit, freitrag., Podeste wie vor	—
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1454 ℳ für die Abtrittsgebäude, 499 „ „ den Arbeitsschuppen, 4252 „ „ Pflasterung, } einschl. Geländeregelung, 708 „ „ Bekiesung, 1160 „ „ Gartenanlagen, } 13359 „ „ 153 m Umwehrungsmauer mit 3 Holztoren u. 1 -pforte sowie 101 m Sockelmauer m. schmiedeeis. Gitter zwischen Ziegelpfeilern, 3 Gittertoren u. 1-pforte, 928 „ „ Entwässerung, 900 „ „ den Rohrenbrunnen (30 m tief) mit eis. Pumpe, 231 „ „ 2 Asch- und Müllgruben.												Die verhältnismäßig niedrigen Ausführungskosten u. namhaften Ersparnisse sind im wesentl. durch günstige Verdingungspreise der wichtigsten Materialien und Arbeiten erzielt.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	33644 (7,8 %)	—	—	—	—	—	—	—	
172,4	10,9	—	2285 (Kachelöfen) 1687 (Gasöfen, einschl. der Beheizung des alten Schwurgerichtssaales)	78,9 143,7	525	15,9	—	—		Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau mit sparsamer Verwendung von Formsteinen	Pfannen auf Schalung	K., Flure u. Treppenhäuser gew., Schöffensaal wie vor, sonst Balkendecken	K. Zementestrich auf Beton, Flure der übrigen Geschosse Tonfliesen, Geschäfts- u. Wohnräume kief. Dielung	Granit, freitrag., Podeste gewölbt, mit Tonfliesenbelag	Die Ausführungskosten der Wiederherstellungsarbeiten am alten Gebäudeteile sind bei a verrechnet.
176,5	12,2	—	28076 (Warmwasserheizung) 600 (Regulierfüll-Mantelöfen) 190 (Kachelöfen)	536,9 69,8 141,8	860	21,5	5399	163,6	—	Feldsteine	„	Sockel Feldsteine, Sohlbänke, Hauptgesims und Abdeckungen Granit, sonst wie vor	„	Sezierraum, Betsaal, Arbeitssäle u. zugehörige Räume sowie Aufseherwohnungen Balkendecken, sonst gewölbt	Geschäfts- u. Wohnräume, Arbeits- u. Krankensäle kief. Dielung, sonst Asphaltestrich auf Beton	Haupttr. Granit, freitrag., Podeste gew., mit Asphaltestrich; Verbindungstr. d. Florumgänge Eisen mit Holzbelag	Über d. panoptischen Fluren 2 Decken- und Dachoberlichte. Florumgänge Kleinesche Bauweise, mit Asphaltestrich, zwischen schmiedeeis. Konsolträgern. Wasserversorgung aus einem Tiefbrunnen. — 2 Dienstwohnungen.
111,1	10,5	—	802 (Kachelöfen)	139,0	—	—	—	—	—			wie bei a		K. gewölbt, sonst Balkendecken	K. Zementestrich auf Beton, sonst kief. Dielung	Holz	—
109,3	11,8	—	152 (eiserne Öfen)	50,7	—	—	613	71,4	—	wie bei a		Sockel Rohbau, sonst wie bei b	Holzzement auf Gewölben	gewölbt	K. u. D. Zementestrich, Küchen Tonfliesen, sonst Asphaltestrich, durchweg auf Beton	„	Die Einrichtung der Kochküche kostete 2655 ℳ, die der Waschküche 1100 ℳ und der Luftheizungsofen für die Wäschetrockeneinrichtung 629 ℳ.
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 2058 ℳ für die Arbeitsbaracke, 1771 „ „ Geländeregelung, 9066 „ „ Pflasterung, 19265 „ „ 389 m Umwehrungsmauer mit 8 schmiedeeis. Toren, 437 „ „ 288 m Latten- und Bretterzäune, 18296 „ „ Entwässerung, einschl. 10583 ℳ f. d. Tonrohrkanal nach dem Allefluß, 4278 ℳ für die Tiefbrunnenanlage (Röhrenbrunnen 81 m tief) nebst Pumpwerk, 253 „ „ „ Wasserleitung, } außerh. d. 2011 „ „ „ Gasleitung, } Gebäude, 510 „ „ 2 Asch- und Müllgruben, 2911 „ „ Insgemein.												

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau-	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				nach dem Anschlage	nach im ganzen
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
37	Amtsgerichtsgebäude und Gefängnis in **Willenberg**	Königsberg	97	98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Kerstein *(Ortelsburg)*		—	—	—	—	—	—	—	—	—	**191 610**	**176 719**
	a) Geschäftsgebäude					Im K.: pfd, wk. „ E.: anz = Anmeldestube. „ I.: sf, rt (bz), rt, 3gsr, gb, ra, wt, ab.	521,5 *83,0* *438,5*	521,5 *83,0* *438,5*	— *12,50* *11,50*	2,30	E. = 4,30 I. = 4,30 (5,30)	—	0,30	6080,3	3 *(Richter)*	83 450 5 850	75 231 6 858 *(innere Einrichtung)*
	b) Gefängnis	—			—	Im U.: ep, 5z, an, rn, stz, sz, wk, r, mg(wm), vr. „ I.: as (bt), 13z, 2gmz, kr, sz.	372,7 *69,6* *303,1*	— — —	— *10,83* *10,50*	—	U. = 3,00 (3,60) E. = 3,00 I. = 3,00 (3,70)	—	0,10	3936,3	33 *(Gefangene: 21 Männer, 12 Weiber)*	64 000 6 550	59 962 6 376 *(innere Einrichtung, Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände)*
	c) Nebengebäude und Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31 760	28 272
38	Desgl. in **Kreuzburg O. S.**	Oppeln	95	98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Hiller (R.-B. Gysling) *(Kreuzburg O. S.)*		—	—	—	—	—	—	—	—	—	**484 060**	**400 457**
	a) Geschäftsgebäude	—				Im K.: wk, 2z, hr. „ I.: sf (str), bz, rt, aus (rf), na, ra, gsr, ks (2), 2wt, bo, 2z, ab. Im II.: sa, sr (3) (der Staatsanwaltschaft), 3rt, 3gsr (5), abr, wt, bo, nb.	800,3 *137,1* *663,2*	800,3 *137,1* *663,2*	— *17,40* *16,65*	2,50	E. = 4,30 I. = 4,30 (5,30) II. = 4,30 (3,60)	0,50	0,25	13427,8	5 *(Richter)*	225 170 15 000	177 515 17 106 *(inn. Einrichtung)* 994 *(Beleuchtungskörper)*
	b) Gefängnis	—			—	Im K.: gfk, s, vr (2), wk, r (pl), 2ba, rn, 2stz, hr, vf, Pumpenraum. „ E.: afs = Gefangenaufseher. „ I.: 10z, 2gmz, 8slz, 2sz, kr, lg, 2ga, gaw. „ II.: as (bt), 11z, 2gmz, 8slz, 2kr, ba, 2sz, lg, ga.	705,0 *60,1* *343,4* *111,7* *189,8*	705,0 *60,1* *343,4* *111,7* *189,8*	— *15,14* *14,86* *14,30* *14,04*	3,28 (3,80)	E. = 3,28 I. = 3,28 II. = 3,44 (4,32)	0,35 (1,25)	0,30	10281,8	73 *(Gefangene: 58 Männer, 15 Weiber)*	170 090 12 700	131 030 13 767 *(inn. Einrichtung, Lagerungs- u. Bekleidungsgegenstände)* 233 *(Beleuchtungskörper)*
	c) Nebengebäude und Nebenanlagen	—			—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	61 100	59 812
																D. Dienstwohngebäude **a) Eingeschossige**	
39	Dienstwohngebäude für einen Amtsrichter in **Neuhaus a. d. Oste**	Stade	97	98	König und Erdmann *(Stade)*	Im K.: wk, r, ba, g. „ D.: st.	— 206,7	— 206,7	— 8,08	— 2,80	— 3,50	— 0,96	— 0,75	— 1670,1	— —	28 220 — 26 220 2 000 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	29 635 26 364 *(Wohngebäude)* 854 *(Veranda)* 2 417

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung)			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
der Ausführung für 1			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
—	—	—	—	—	—	—	—	—	8 931 (5,1 %)	—	—	—	—		—		—
144,2	12,4	—	2047 (Kachelöfen) 344 (Regulierfüllöfen)	112,6 109,9	—	—	—	—	—	Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau mit sparsamer Verwendung von Verblend- u. Formsteinen sowie Putzblenden, Sockelfuß Feldsteine	Pfannen auf Schalung	K., Flure, Treppenhäuser, Tresor-, Kassen- u. Grundbuchräume, Botenzimmer u. Abtritt gewölbt, Schöffensaal Holzd., sonst Balkend.	K. Zementestrich auf Beton, Waschküche und Abtritte Asphaltestrich, Flure Tonfliesen, sonst kief. Dielung	Granit, Haupttreppe t. zwischen Wangenmauern, t. auf Gewölben, Nebentr. freitragend, Podeste gewölbt, mit Tonfliesenbelag	
160,9	15,2	1817,6	2229 (Kachelöfen) 2792 (eiserne Öfen)	259,2 131,7	—	—	—	—	—	Bankette Beton, sonst Feldsteine	„	Sohlbänke Granit, sonst im wesentl. wie vor	„	Wohnräume und Arbeits- u. Betsaal Balkendecken, sonst gewölbt	U. z. T. Ziegelpfl., Wohnräume u. Arbeits- u. Betsaal kief. Dielung, D. Gips-, sonst Asphaltestrich	Granit, t. zwischen Wangenmauern, teils freitragend. Podeste wie vor	22 Gefangene in Einzel-, 11 in gemeinschaftlicher Haft
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1687 ℳ für das Stallgebäude, 816 „ „ 2 Abtrittsgebäude, 576 „ „ den Holzschuppen, 400 „ „ das Backhaus, 205 „ „ Geländeregelung, 2473 „ „ Pflasterung, 644 „ „ Bekiesung, 258 „ „ Gartenanlagen, 14 627 ℳ für Umwehrungsmauern mit 3 Wellblechtoren und 1 Eisenblechtor nebst -pforte, 2 875 „ „ Sockelmauern mit schmiedeeisernem Gitter zwischen Ziegelpfeilern, einschließlich zweier Gittertore und einer -pforte, 644 „ „ Draht- und Lattenzäune, 1 387 „ „ 3 Kesselbrunnen mit eisernen Pumpen, 1 680 „ „ die Entwässerung.												Die verhältnismäßig großen Ersparnisse bei den Hauptgebäuden sind im wesentlichen auf Preisrückgänge während der Ausführung zurückzuführen.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	28 433 (7,1 %)	—	—	—	—	—	—	—	
221,8	13,2	—	21 041 (Warmwasserheizung) 256 (Kachelöfen)	316,2 138,4	805	15,6	2253	173,8	—	Bankette Kalkbruchsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Putzbau. Sockel, Eckquadern, Architekturteile, Sohlbänke, Giebelabdeckungen sowie Tür- und Fenstereinfassungen der Hauptansicht Sandstein, sonst Sockel, Gebäudeecken im I. u. II. u. Einfassungen Rohbau mit Verblendsteinen	Kronendach von glasierten Flachziegeln	K., Treppenhäuser und im wesentl. Flure gewölbt, Schöffensaal Holzdecke, sonst Balkendecken	K. im wesentl. Ziegelpflaster, Flure Mettlacher Fliesen, Schöffensaal Zementestrich m. Linoleumbelag, sonst kief. Dielung	Granit, teils unterwölbt, teils freitragend, Podeste z. T. gewölbt, mit Mettlacher Fliesen belegt	Baustil deutsche Renaissance.
185,9	12,7	1794,9	13 329 890 (desgl. wie vor)	296,2 127,1	724	23,4	2633	175,5	—	„	„	Rohbau, Sohlbänke und Hauptgesims Granit	wie vor	Wohnräume im wesentl. Balkendecken, Arbeits- und Betsaal Holzdecke, sonst gewölbt	Wohnräume kief. Dielung, Flure, Zellen, Arbeitsräume und Betsaal Asphaltestrich	Haupttr. Granit, im wes. freitrag., z. T. zwischen Wangenmauern. Podeste gewölbt, m. Asphaltestrich; Verbindungstreppe d. Flurumgänge Eisen mit Eichenholzbelag	Panoptische Anlage. Flurumgänge schmiedeeiserne Konsolträger m. Eichenholzbelag. Über dem panoptischen Flügel Oberlicht. Kosten des Senking-Herdes 2014 ℳ. 31 Gefangene in Einzel-, 18 in gemeinschaftlicher Haft, 24 in Schlafzellen.
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 4 894 ℳ für den Arbeitsschuppen, 1 673 „ „ das Abtrittsgebäude (aus Ersparnissen erbaut), 14 733 „ „ Geländeregelung, Pflasterung, Bekiesung usw., 24 503 „ „ 269 m Umwehrungsmauer, 60 m Sockelmauer mit schmiedeeisernem Gitter zwischen Ziegelpfeilern und 412 m Drahtzaun, einschließlich der Tore und Pforten, 11 852 „ „ Ent- und Bewässerung, 330 „ „ die Gasleitung außerhalb der Gebäude, 884 „ „ 2 Senkgruben, 943 „ „ 2 Asch- und Müllgruben.												
für Amtsrichter. **Bautzen.**																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2445 (8,9 %)	—	—	—	—	—	—	—	—
127,5	15,8	—	629 (Regulierfüllöfen, darunter 1 Majolikaofen; außerdem sind 2 alte Öfen wiederverwandt)	175,0	—	—	—	—		Ziegel		Rohbau mit Glasur- und Formsteinen	Pfannen auf Lattung	K. gewölbt, sonst Balkendecken	K. Zementestrich auf Beton, Küche, Speisekammer, Flur im E., Veranda und Abtritt Mettlacher Fliesen, sonst kieferne Dielung	Holz	—
—	—	—			Nebengebäude und Nebenanlagen: 422 ℳ für die Instandsetzung des alten Wirtschaftsgebäudes, 553 „ „ Pflasterung, 740 „ „ Umwehrungen, 638 „ „ Entwässerung, 64 „ „ Insgemein.												

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau-	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				nach dem Anschlage	nach im ganzen
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
																b) Teilweise zwei-	
40	Dienstwohngebäude für einen Amtsrichter in **Pudewilz**	Posen	98	99	Freude *(Wreschen)*	Im K.: wk, ba. „ E. 1 = f. „ 1.: 3st, 2ka, g, ab. „ D. ka.	— 166,0 *130,7* *35,3*	— 166,0 *130,7* *35,3*	— — *10,50* *7,25*	— 2,50	E. = 3,80 1. = 3,60	— (0,35)	— 0,60	— 1628,3	— —	**30 360** 26 610 3 750 (Nebengebäude und Nebenanlagen)	**29 005** 22 635 (Wohngebäude) 650 (Veranda) 5 720
41	Desgl. in **Schildberg**	„	98	99	Dahms (R.-B. Leutfeld) *(Ostrowo)*	Wie vor.	— 166,0 *130,7* *35,3*	— 166,0 *130,7* *35,3*	— — *10,50* *7,25*	— 2,60	E. = 3,60 1. = 3,00	— (0,35)	— 0,60	— 1628,3	— —	**31 200** 27 700 3 500 (Nebengebäude und Nebenanlagen)	**29 929** 23 773 (Wohngebäude) 675 (Veranda) 5 481
42	Desgl. in **Gostyn**	„	98	99	Engelbart *(Lissa)*	„	— 166,0 *130,7* *35,3*	— 166,0 *130,7* *35,3*	— — *10,50* *7,25*	— 2,50	E. = 3,80 1. = 3,60	— (0,35)	— 0,60	— 1628,3	— —	**31 250** 27 750 (ausschl. der Gas- u. Wasserleit.) 3 500 (Nebengebäude und Nebenanlagen)	**30 926** 23 919 (Wohngebäude) 675 (Veranda) 6 332
																c) Zweigeschos-	
43	Desgl. für 2 Amtsrichter in **Asbach**	Koblenz	98	99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Jaensch *(Wetzlar)*	Im K.: wk, pl, vr (5). 1. — E. „ D. 2 g.	— 273,6 *12,3* *261,3*	— 273,6 *12,3* *261,3*	— — *11,80* *10,70*	— 2,70	E. = 3,60 1. = 3,80	— —	— (0,40)	— 2941,1	— —	**46 450** 41 750 (Wohngebäude) 4 700 (Nebenanlagen)	**46 790** 42 679 4 111
																XIII. Gefängnisse und Straf-	
																A. Gefängnis-	
																a) Zweigeschos-	
1	Gefängnisanbau am Amtsgerichtsgebäude in **Perl**	Trier	97	99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Branweiler *(Trier I)*	1 = sz, 2 = Keller des Gerichtsdieners und Gefangenaufsehers. — Im 1. gdw.	— 79,6	— —	— 8,12	— —	— E. = 3,30 1. = 3,80	— —	— —	— 646,4	5 (Gefangene) 5 (wie vor)	**12 872** 10 442 (Gefängnisanbau) — (tiefere Gründung) 800 (innere Einrichtung, Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände) 1 130 (Nebenanlagen)	**11 284** 9 296 345 728 915
2	Amtsgerichtsgefängnis in **Bergheim a. d. Erft**	Köln	97	98	Freyse *(Köln I)*	Im K. wk. „ 1.: 4 z, gmz, ab.	— 93,6	— 93,6	— 9,78	— 2,53	— E. = 3,30 1. = 3,30	— 0,80	— 0,30	— 915,4	7 (Gefangene) 7 (wie vor)	**18 400** 15 000 (Gefängnis) 1 400 (innere Einrichtung, Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände) 2 000 (Nebenanlagen)	**18 132** 14 643 1 189 2 300

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen einschließlich der ausschließlich Leitung) der Ausführung für 1			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
geschossige Bauten.																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1800		—		—	—		—	—
136,4	13,9	—	1300 (Kachelöfen) 200 (Regulierfüllöfen)	225,3 133,3	—	—	880	293,3	(6,2 %)	Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Putzbau, Sockel, Gebäudeecken, Giebel-, Tür- u. Fenstereinfass. Rohbau, z. T. mit Glasursteinen	Falzziegel	K. gewölbt, sonst Balkendecken	K. i. wesentl. Ziegelpflast., Waschk. u. Bad Zementestrich auf Beton, im E. Küche, Speisek., Vorflur u. Veranda Tonfl., sonst kief. Dielung	Holz	—
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1570 ℳ für das Stallgebäude mit Abtritt, 300 „ „ Geländeregelung usw., 500 „ „ Pflasterung, 1731 „ „ Umwehrungen, 450 ℳ für Entwässerung, 457 „ „ die Wasserleitung außerhalb d. Geb., 732 „ „ den Brunnen mit Pumpe.												
—	—	—	—	—	—	—	—	—	736		—	—	—	—	—	—	—
143,2	14,6	—	670 (Kachel- und eiserne Öfen)	100,0	—	—	—	—	(2,6 %)	Bankette Bruchst., sonst Ziegel	wie vor	im wesentl. wie vor, die Rohbauteile mit Verblend- u. Formsteinen	Kronendach	wie vor	im wesentlichen wie vor	wie vor	—
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1563 ℳ für das Stallgebäude mit Abtritt, 820 „ „ Geländeregelung, 982 „ „ Pflasterung, 438 „ „ Gartenanlagen, 986 „ „ Umwehrungen, 309 ℳ für den Brunnen (1,4 m tief) mit eiserner Pumpe, 108 „ „ Entwässerung, 155 „ „ die Müllgrube.												
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1850	—	—	—	—	—	—	—	—
144,1	14,7	—	812 (Kachelöfen) 58 (eiserne Öfen)	159,5 41,4	385	42,8	490	245,0	(6,0 %)	wie bei Nr. 40							—
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1827 ℳ für das Stallgebäude mit Abtritt, 582 „ „ Geländeregelung u. Bodenbefestigung, 705 „ „ Pflasterung usw., 210 „ „ Gartenanlagen, 1718 „ „ Umwehrungen, 680 ℳ für Entwässerung, 60 „ „ Wasserleitung, } außerhalb des 65 „ „ Gasleitung, } Gebäudes, 445 „ „ den Brunnen.												
sige Bauten.																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	296		—		—	—	—	—	—
150,0	14,5	—	620 (Regulierfüllöfen, außerdem 3 nicht aus Baufonds bezahlte Öfen)	62,0	—	—	112	—	(0,6 %)	Bruchst., Innenwände Ziegel	Ziegel	Rohbau m. Verblendst., Sockel hammerrecht bearb. Bruchsteine, Tür-, Fenster- u. Giebeleinfass. sowie Giebelbekrönung Sandstein	deutscher Schiefer	K. gewölbt, sonst Balkendecken	K. Zementestrich auf Beton, im E. Flure, Küche u. Abtritt Tonfliesen, sonst kief. Dielung	wie vor	—
—	—	—			—	—	Nebenanlagen: 238 ℳ für Einebnung und Bekiesung, 714 „ „ Pflasterung, 220 „ „ Gartenanlagen, 111 „ „ die Überbrückung des Straßengrabens, 1435 „ „ Umwehrungen, 673 „ „ den Brunnen (9 m tief), 87 ℳ für die Wasserleitung außerhalb des Gebäudes, 596 „ „ Entwässerung, 35 „ „ Verschiedenes.										
anstalten. (Die Buchstabenbezeichnungen in Spalte 6 sieh bei Tabelle XII.)																	
gebäude.																	
sige Bauten.																	
—	—	2256,6	—	—	—	—	—	—	328 (12,9 %)	—	—	—	—	—	—	—	—
116,8	14,4	1859,2	197 (Zellenöfen) 46 (Regulierfüllöfen)	247,4 56,4	—	—	—	—	—	Kalkbruchsteine	Kalkbruchsteine, Innenwände Ziegel	Putzbau, Tür- u. Fenstereinfassungen Werkstein	deutscher Schiefer	E. gewölbt, I. Balkendecken	E. Asphaltestrich auf Beton, Küche und Flur im I. Tonfliesen, sonst kief. Dielung	Eichenholz	2 Gefangene in Einzel-, 3 in gemeinschaftlicher Haft.
—	—	—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 27 ℳ für Geländeregelung und Bekiesung, 112 „ „ Pflasterung, 776 „ „ 22 m Umwehrungsmauer.										
—	—	2590,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
156,4	16,0	2091,5	303 (eiserne Öfen)	149,7	—	—	—	—	—	Ziegel		Rohbau, z. T. mit Verblendsteinen, Sohlbanke Basaltlava	Falzziegel	gewölbt	K. Zementestrich auf Beton, E. tannene Dielung, I. Asphalt-, D. Gipsestrich	Basaltlava, freitragend	4 bezw. 3 Gefangene wie vor.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau-	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				nach dem Anschlage	nach im ganzen
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
3	Neubau d. Gefängnisses u. Umbau d. Amtsgerichtsgebäudes in **Öbisfelde**	Magdeburg	97	98	Heller *(Neuhaldensleben)*	Im U.: stz, rn, wk, vr. „ I.: 7 z, gmz.	— 144,6 *19,4* *125,2*	— — — —	— — *10,10* *9,84*	— —	U. = 3,00 E. = 3,18 I. = 3,19	— —	— 0,15	— 1427,9	— 12 *(Gefangene)*	**87 356** 20 850 *(Gefängnis)* 9 300 *(Umbau d. Amtsgerichtsgeb. und Ergänzung der inneren Einrichtung)* 1 500 *(innere Einrichtung des Gefängnisses)* 556 *(Ergänzung der Lager.- u. Bekleidungsgegenst.)* 5 150 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**37 932** 20 092 9 783 2 329 556 5 172
4	Neubau des Gefängnisses und Umbau des Zollamtsgebäudes zu einem amtsgerichtlichen Geschäftsgebäude in **Ziegenhals**	Oppeln	96	98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Rehorst *(Neisse I)*	Im U.: wk, vr (2), an, ba. „ E. k u. s zu gaw gehörig. „ I.: 3 z, gmz, gaw.	— 161,0	— 161,0	— 9,10	— —	U. = 2,65 E. = 3,30 I. = 3,20	— —	— 0,15	— 1513,4	— 12 *(Gefangene: 8 Männer, 4 Weiber)*	**55 780** 24 745 *(Gefängnis)* 8 435 *(künstliche Gründung)* 850 *(innere Einrichtung)* 150 *(Lagerungsgegenstände)* 12 700 *(Umb. d. Zollamtsgeb. u. inn. Einr. d. amtsger. Geschäftsräume)* 8 900 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**53 401** 24 492 5 930 769 122 13 706 8 382
5	Neubau des Gefängnisses u. Umbau des Amts- und Amtsgerichtsgebäudes in **Freiburg a. d. E.**	Stade	96	98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von König *(Stade)*	Im K.: an, ba, k, s, wk, vr. „ I.: 7 z, gmz, sz, ab.	— 195,6 *174,6* *21,0*	— 195,6 *174,6* *21,0*	— — *10,33* *9,42*	— 2,98	E. = 3,30 I. = 3,30	— (0,80)	— (0,10)	— 2001,4	— 12 *(Gefangene)*	**47 820** 35 390 *(Gefängnis u. Verbindungsbau)* 300 *(künstliche Gründung)* 3 600 *(Umbau des Geschäftsgebäudes)* 3 270 { 1 228 *(Neubeschaff. u. Ergänzung d. inn. Einr., Lag.- u. Bekleidungsgegenst. f. d. Gefängnis)*; 1 492 *(desgl. d. inn. Einr. d. amtsgericht. Geschäftsräume)* 5 200 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**51 340** 32 446 4 202 6 083 1 228 / 1 492 5 889
																b) Teilweise drei-	
6	Um- und Erweiterungsbau des Amtsgerichtsgefängnisses in **Trebnitz**	Breslau	97	98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Berndt *(Trebnitz)*	Im K.: gfk, vr, wk, r. „ E. 1 = slz. „ I.: 4 z, 4 slz, az. „ II: as (bt), ab.	— 140,8 *116,5* *24,3*	— 140,8 *116,5* *24,3*	— — *13,15* *9,63*	— 3,10 (2,60)	E. = 3,40 I. = 3,30 (II. = 3,30)	— —	— 0,25	— 1766,0	— 17 *(Gefangene: 9 Männer, 8 Weiber)*	**44 950** 26 900 *(Gefängnisneubau)* 6 600 *(Umbau d. alten Teiles)* 4 750 { 4 351 *(inn. Einricht.)*; 500 *(Lagerungs- u. Bekleidungsgegenstände)* 6 700 *(Nebengebäude und Nebenanlagen)*	**44 342** 24 430 7 270 4 351 / 500 7 791
																c) Dreigeschossige	
7	Polizeigefängnis in **Geestemünde**	Stade	98	99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Moormann *(Geestemünde)*	Im K.: 2 z, rn, wk, ab. „ I.: 6 z, gmz. II. = I.	— 131,3 *5,5* *100,2* *25,6*	— 112,6 — *87,0* *25,6*	— — *13,90* *13,10* *6,45*	— 2,80	E. = 3,30 (I. = 3,30 II. = 3,30)	— (0,40)	— (0,30)	— 1554,2	20 *(Gefangene)* 20 *(wie vor)*	**31 790** 30 455 *(Gefängnis)* 1 335 *(Neubeschaffung und Ergänz. d. inn. Einr. d. Lager.- u. Bekleidungsgegenstände)* — *(Nebenanlagen)*	**31 806** 29 329 1 657 820

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen …einschließlich der ausschließlich …leitung) der Ausführung für 1			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußboden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
— 138,9	— 14,1	— 1674,8	— 1272 (Zellenöfen) 132 (Kachelöfen)	— 236,5 152,3	— —	— —	— —	— —	1791 (4,7 %)	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	— Ziegel	— Rohbau mit Formstein., Sohlbänke Sandstein	— Falzziegel	— gewölbt	— U. z. T. Ziegelpflaster, Wohnräume kief. Dielung, sonst Asphaltestrich, im U. auf Beton	— Sandstein, freitragend	— 8 Gefangene in Einzel-, 4 in gemeinschaftlicher Haft.
—	—	—	—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1183 ℳ für das Stall- und Abtrittsgebäude, 124 „ „ Hofregelung, Traufpflaster usw., 2877 „ „ 59 m Umwehrungsmauer, 539 „ „ die Ergänzung eines Lattenzaunes, 399 „ „ Entwässerung, 50 „ „ die Asch- und Müllgrube.						—	—		
— 152,1	— 16,2	— 2041,0	— 745 (Kachelöfen)	— 154,6	— —	— —	— —	— —	5419 (10,1 %)	— Ziegel	—	— Rohbau, Sohlbänke Werkstein	— Kronendach	— Wohnung, ausgen. Küche, sowie Nebentreppenh. Balkendecken, sonst gewölbt	— U. (K.) Beton, Bad, Waschküche, Zellen u. Flure Asphaltestrich, sonst kieferne Dielung	— Granit, freitragend	— Künstliche Gründung auf Senkkasten, 6 Gefangene in Einzel-, 6 in gemeinschaftlicher Haft.
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1655 ℳ für das Stallgebäude mit Abtritt, 73 „ „ Geländeregelung, 155 „ „ Bodenbefestigung, 2068 „ „ Pflasterung, 273 „ „ Gartenanlagen, 3392 „ „ 50 m neue und 14 m instandgesetzte alte Umwehrungsmauer, einschl. der Gitter- u. Wellblechtore u. -pforten.							268 ℳ für die Gasleitung außerhalb des Gebäudes, 478 „ „ Ent- u. Bewässerung.							
— 165,9	— 16,2	— 2703,8	— 620 (eiserne Zellenöfen) 240 (Kachelöfen mit eisern. Unterteil) 72 (Regulierfüllöfen)	— 207,4 187,5 146,9	— —	— —	— —	— —	4719 (9,2 %)	— Ziegel	—	— Rohbau, Sohlbänke, Sandstein	— Pfannen auf Lattung, Verbindungsbau Holzzement	— 2 Wohnräume d. Gefangenwärterwohnung u. I. des Verbindungsbaues Balkendecken, sonst gewölbt	— K., Flure, Abtritte u. D. Zementestrich auf Beton, sonst kieferne Dielung	— Granit, freitragend. Podeste gewölbt, mit Zementestrich auf Beton	— Künstliche Gründung auf Sandschüttung und 90 cm starker Betonplatte m. Eiseneinlagen. 8 Gefangene in Einzel-, 4 in gemeinschaftlicher Haft.
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 1246 ℳ für den Abbruch und Wiederaufbau des Wirtschaftsgebäudes, 208 „ „ Geländeregelung, 316 „ „ Pflasterung, 2415 „ „ 31 m Umwehrungsmauer mit 2 Holztoren, 793 „ „ Entwässerung, 234 „ „ den Kesselbrunnen (6 m tief), 556 „ „ die Zisterne, 121 „ „ Insgemein.												
…geschossige Bauten.																	
— 173,5	— 13,6	— 1437,1	— 812 (Kachel- und Regulierfüllöfen)	— 157,8	— —	— —	— —	— —	2016 (4,5 %)	— wie vor	—	— Putzbau, Sohlbänke Sandstein	— Kronendach	— Bet- und Arbeitssaal Balkendecke, sonst gewölbt	— D. kief. Dielung, sonst Asphaltestrich, im K. auf Beton	— Granit, t. zwischen Wangenmauern, t. freitragend	— 9 Einzelhaft-, 8 Schlafzellen.
—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 488 ℳ für den Arbeitsschuppen, 6300 „ „ 99 m Umwehrungsmauer mit 3 schmiedeeis. Toren, 70 „ „ Ergänzung der Holzzäune usw., 933 „ „ Entwässerung.												
Bauten.																	
—	—	1590,3	—	—	—	—	—	—	2632 (8,3 %)	—	—	—	—	—	—	—	—
223,4	18,9	1466,8	1627 (eis. Zellenöfen) 200 (Kachelöfen mit eis. Unterteil) 40 (Regulierfüllöfen)	466,1 184,7 116,7	—	—	526	65,8	—	Ziegel		Rohbau	Anbau Doppelpappdach, sonst deutscher Schiefer	K. Betondecken, Anbau Balkendecke, sonst gewölbt	Wohnräume kief. Dielung, D. Lehmestrich, sonst Asphaltestrich, im K. auf Beton	Dolomit, freitragend, Podeste auf eisernen Trägern	14 Gefangene in Einzel-, 6 in gemeinschaftlicher Haft; außerdem je 1 Zelle für Betrunkene und Landstreicher.
—	—	—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 639 ℳ für Pflasterung, 69 „ „ Versetzen und Ausbessern des vorhandenen Gartenzaunes, 112 „ „ die Müllgrube.										

1	2	3	4	4	5	6	7	7	8	9	9	9	10	11	12	13a	13a
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm	davon unterkellert qm	Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudet. v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10) m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw. m	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau- nach dem Anschlage ℳ	nach im ganzen ℳ
8	Erweiterungs- und Umbau des Zellenflügels III der Strafanstalt in **Münster**	Münster	98		entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Vollmar (*Münster I*)	Im K., E., I. und II. je 6z und 6slz.	— 181,9	— 181,9	— 13,10	— 3,36	E. = 3,22 I. = 3,22 II. = 3,22	— —	— 0,45	— 2533,9	— 48 (*Gefangene*)	**71 000** 71 000	**55 566** 29 328 (*Flügelanbau*) 26 238 (*Umbau des alten Teiles*)
9	Erweiterungs- und Umbau des Gefängnisses sowie Neubau des Wohnhauses für den Gefängnisvorsteher in **Bonn**	Köln	98	99												**104 050**	**105 599**
	a) Gefängnis	—			Schulze (*Bonn*)	— Im K.: 27z, 2sz, ga. I. u. II. = E.	— 345,8	— 345,8	— 12,45	— 2,56	E. = 3,12 I. = 3,12 II. = 3,30	— —	— —	— 4305,2	— 107 (*Gefangene in Einzelhaft*)	66 550 (*2 Flügelanbauten*) 3 500 (*tiefere Gründung*) 17 000 (*Umbau des alten Teiles und Neubeschaffung der Kochkücheneinrichtung*) 50 (*Beleuchtungskörper*)	68 340 2 700 15 162 25
	b) Dienstwohngebäude	—				Im K.: wk, ba. „ I.: 3st, g. „ D. ka.	104,8	104,8	10,80	2,70	E. = 3,00 I. = 3,00	0,70	0,60	1131,8	—	15 000	14 322
	c) Nebenanlagen	—					—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 950	2 060
																d) Teilweise vier-	
10	Um- u. Erweiterungsbau d. Gerichtsgefängnisses in **Frankfurt a. O.**	Frankfurt a. O.	98	99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Hesse (*Frankfurt a. O.*)	Im K.: wk, r. „ E. 1 = Leimofen, 2 = pf, tsl = Tischlerei „ I.: 6z, iw „ II.: 6z, afsw. Im III.: 6z, st, g, ge. as = Arbeitsschuppen.	— 248,7 *119,5* *101,0* *28,2*	— 119,5 *119,5* — —	— — *14,80* *14,70* *14,50*	— 2,80	E. = 3,90 (3,10) I. = 3,90 (3,10) II = 3,90 (3,10) III. = 2,95	— (1,50)	— (0,60)	— 3662,2	— 24 (*Gefangene in Einzelhaft*)	**66 680** 62 000 1 100 3 576	**62 020** 47 466 (*Erweiterungsbau*) 5 344 (*Umbau des alten Teiles*) 945 (*innere Einricht.*) 231 (*Beleucht.-Körper*) 8 034 (*Nebengebäude und Nebenanlagen, z. T. aus Ersparnissen hergestellt*)
																e) Viergeschos-	
11	Erweiterungsbau des Weibergefängnisses in **Düsseldorf-Derendorf**	Düsseldorf	97	98	Adams und Bongard (*Düsseldorf I*)	I., II. u. III. = E.	— 94,6	— —	— 14,54	— —	E. = 3,20 I. = 3,20 II. = 3,20 III. = 3,20	— —	— 0,20	— 1375,5	24 (*Gefangene*) 24 (*wie vor*)	**23 670** 20 800 (*Flügelanbau*) 625 (*innere Einrichtung*) 2 245 (*Lagerungs- u. Bekleidungsgegenstände*)	**21 904** 19 034 625 2 245
12	Gerichtsgefängnis in **Guben**	Frankfurt a. O.	98	99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Koch (*Guben*)											**188 492**	**180 771**
	a) Gefängnis					Im E.: 2an, 3stz, 2rn, 2ba, ep, i, gfk, s, vr, br. I. sieh die Abbildung: vh = Verhörzimmer. Im II.: 18z, 3gmz, 3slz, 2sz, mg. „ III.: 12z, 3slz, sz, bt, as, kr, mg.	— 518,9 *207,6* *311,3*	— — — —	— — *15,59* *14,03*	— —	E. = 3,15 I. = 3,15 II. = 3,15 III. = 3,15 (3,38 / 4,56)	— (1,60)	— (0,40)	— 7604,0	— 67 (*Gefangene 54 Männer, 13 Weiber*)	119 400 (*Gefängnis*) 10 000 (*innere Einrichtung*) 2 192 (*Lagerungs- u. Bekleidungsgegenstände*) — (*Beleuchtungskörper*)	112 272 9 990 1 590 184
	b) Beamtenwohnhaus	—			—	Im K. wk. I. = gaw.	137,4 *112,3* *25,1*	137,4 *112,3* *25,1*	— *9,72* *5,95*	2,50	E. = 3,45 (I. = 3,20)	(0,40)	(0,15)	1240,9	—	16 500	14 878
	c) Nebengebäude und Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40 400	41 857

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der						Bauleitung	Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung										
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
—	—	—	—	—	—	—	—	—	6000	—	—	—	—	—	—	Verbindungstreppen der Flurumgänge Eisen mit Buchenholzbelag	Panoptische Anlage. Flurumgänge schmiedeeiserne Konsolträger mit Buchenholzbelag. 1 Oberlicht. 24 Einzelhaft-, 24 Schlafzellen. Die Arbeiten sind z. T. von Gefangenen ausgeführt.
161,2	11,6	611,0	20 796 (Warmwasserheizung)	251,8	—	—	—	—	(10,8 %)	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau, Sohlbänke Werkstein	deutscher Schiefer	gewölbt	Zellen Asphaltestrich, Flure im K. Sandsteinfliesen		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	5698	—	—	—	—	—	—	—	Die Arbeiten sind im wesentlichen von Gefangenen ausgeführt. Über den Flügelanbauten je 1 Oberlicht.
197,6	15,9	638,6	3759 (eiserne Öfen)	202,6	1200	100,0	665	83,1	(5,4 %)	Ziegel	Ziegel	Rohbau, Gesimse und Sohlbänke Sandstein	Holzzement auf Kleineschen Decken	Kleinesche Decken	K. Zement-, sonst Asphaltestrich, ersterer auf Beton	—	
136,7	12,7	—	— (alte Öfen)	—	40	40,0	355	118,3	—	„	„	Rohbau, Sockel Basaltlava, Sohlbänke Sandstein, Giebelabdeckungen Tuffstein	deutscher Schiefer	K. gewölbt, sonst Balkendecken	K. Ziegelpflaster, im D. tannene, sonst kieferne Dielung	Basaltlava, freitragend, Podeste gewölbt, mit Tonfliesenbelag	—
—	—	—	—	—	Nebenanlagen: 410 ℳ für Pflasterung, 530 „ „ die Gasleitung, 1120 „ „ „ Wasserleitung } außerhalb des Gebäudes.												
geschossige Bauten.																	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2810	—	—	—	—	—	—	—	—
190,9	13,0	1977,8	1835 (Kachelöfen)	134,8	292	41,7	1542	220,3	(4,0 %)	Bankette Feldst., sonst Ziegel	Ziegel	Sockel und E., Gebäudeecken, Giebel- und Fenstereinfassungen sowie Gesimse Rohbau mit Verblendsteinen, sonst Putzbau, Sohlbänke Sandstein	Wohnhaus Kronendach von glasierten Flachziegeln, Zellenflügel Holzzement auf Betondecken	K. und z. T. Küchen des Wohnhauses gewölbt, Treppenhaus, Durchfahrt und Zellenflügel Beton-, sonst Balkendecken	Zellenflügel Asphaltestrich, Küchen Tonfliesen, Durchfahrt Feldsteinpflaster, sonst kieferne Dielung	im Wohnhause Betonkappen mit Ziegelstufen und Eichenholz- bezw. Tonfliesenbelag auf den Podesten; im Zellenflügel Granit, freitragend	Wohnungen für den Gefängnisinspektor und 2 Gefangenaufseher. Die Arbeiten sind z. T. von Gefangenen ausgeführt.
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 2855 ℳ für das Werkstattgebäude, den Schuppen mit Abtritt und die Müllgrube, 2428 „ „ die Anlage der Spazierhöfe, Umwehrungsmauern usw. bei dem alten Gebäudeteile (aus Ersparnissen hergestellt), 443 „ „ Pflasterung und Bekiesung, 1120 „ „ die Wasserleitung, 129 „ „ „ Gasleitung, } außerhalb der Gebäude, 1059 „ „ „ Abtrittsgrube.														Panoptische Anlage. Flurumgänge schmiedeeis. Konsolträger m. Eichenholzbelag. Das große eis. Flurfenster ist dem alten Bauteile entnommen, die Heizung an die vorhandene angeschlossen. 16 Einzelhaft-, 8 Schlafzellen. Ein Teil der Arbeiten ist von Gefangenen ausgeführt.
sige Bauten.																	
—	—	912,7	—	—	—	—	—	—	696	—	—	—	—	—	—	—	
201,2	13,8	793,1	2764 (Warmwasserheizung)	—	—	—	—	—	(3,2 %)	Ziegel		Rohbau, Hauptgesims und Sohlbänke Werkstein	Pfannen auf Lattung	gewölbt	Asphaltestrich	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	7470	—	—	—	—	—	Flure, Zellen, Arbeits- und Betsaal Asphaltestr., Krankenzellen und Geschäftsr. eich. Stäbe in Asphalt, Küche Tonfl., Wirtsch.- u. Tonnenräume Ziegelpfl.	Haupttreppen Granit, freitragend, Podeste gewölbt, mit Asphaltestr.; Verbindungstreppen d. Flurumgänge Eisen mit Eichenholzbelag	—
216,4	14,8	1675,7	17 572 (Warmwasserheizung) 175 (Kachelöfen)	386,0 184,2	648	18,5	1313	119,4	(4,1 %)	wie vor		Rohbau mit Verblendsteinen, Sohlbänke Granit, Gesimse und Giebelabdeckungen Sandstein	t. Kronendach von glasierten Flachziegeln, t. Holzzement auf Gewölben	im wesentl. gewölbt, Arbeits- u. Betsaal Holzdecken			Zum Teil panoptische Anlage. Flurumgänge wie vor. Über dem panoptischen Flügel Oberlicht. 49 Gefangene in Einzel-, je 9 in gemeinschaftlicher Haft und in Schlafzellen.
108,3	12,0	—	400 (Kachelöfen)	126,1	—	—	310	103,3	—	wie vor		Rohbau mit Verblendst.	Kronendach	K., Küche, Speisek. u. Abtritt im E. gewölbt, sonst Balkend.	Flure im E., Küchen, Speisekammern u. Abtritte Tonfl., sonst kief. Diel.	Holz	Wohnungen für 1 Oberaufseher und 1 Aufseher.
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 3937 ℳ für den Waschhausanbau, 3385 „ „ „ Schuppen, 501 „ „ Geländeregelung, 1902 „ „ die Uferbefestigung, 6212 „ „ 1522 qm Pflasterung. 1 263 ℳ für 1263 qm Bekiesung, 576 „ „ 144 „ Chaussierung, 432 „ „ Gartenanlagen, 18 567 „ „ 536 m Umwehrungsmauer mit 5 hölzernen Toren und 48 m Sockelmauer mit schmiedeeisernem Gitter und Pforte. 1982 ℳ für Entwässerung, 1436 „ „ die Wasserleitung, 1664 „ „ „ Gasleitung } außerhalb der Gebäude.														

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau-	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				nach dem Anschlage	nach im ganzen
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
						1 = slz, wz = Wachtzimmer, wrk = Hauswerkstatt, ai = Arbeitsinspektor. Im I.: 66 z, 64 slz, 3 sz, an, drz, i, oa, 3 ga, rg, sr, mg, ba, ab. „ II.: 57 z, 84 slz, 3 sz, Sprechzelle, bz, 2 gst, 3 ga, sr, wt. „ III.: 56 z, 84 slz, 3 sz, 3 ga, as, mg, bt.											
	B. Gesamtanlagen von Gefäng-																
13	Zentralgefängnis in **Bochum**	Arnsberg	91	02	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Kiß, Hausmann, Lünzner u. Breiderhoff (Reg.-B. Egersdorf, Kuntzen, Schulz u. Grube) *(Bochum)*	Lageplan sieh unten.				—	E. = 3,20 (4,20)	—	—	—	716 (Gefangene)	**1793255**	**1793096**
	a) Männergefängnis	—	92	97			2601,9 *2147,5* *233,5* *13,2* *207,7*	233,5 — *233,5* — —	— *14,08* *16,98* *16,06* *14,68*	2,66	I. = 3,20 II. = 3,20 III. = 3,20 (4,60)	—	0,46	37462,7	540 (wie vor)	604251 (ausschl. der nachträglich aus Ersparnissen hergestellten und bei f verrechneten Lagerräume im E.)	513759
	b) Weibergefängnis	—	93	94		1 = ge, 2 = rn, 3 = ga, 4 = stz. Im I.: 11 z, sz, 2 kr, az, ga. „ II.: 7 z, 8 slz, sz, 2 as, ga, ge. „ III.: 7 z, 8 slz, sz, gst, bt.	355,8	—	15,40	—	E. = 3,25 (4,25) I. = 3,15 II. = 3,25 III. = 3,15	(0,40)	0,60	5479,3	41 (wie vor)	87216	83257
	c) Zentralstation für jugendliche Gefangene	—	93	97	—	Im K.: stz, hr. „ E.: 1 = slz, sp = Sprechzelle, wz = Wärterzimmer. „ I.: 18 z, 16 slz, 2 sz, 4 kr, oa, ga, Arzt-(Apoth.-) Zimmer, Wärterzimmer (Teeküche). Im II.: 18 z, 16 slz, sz, 2 as, ga, kl, l. „ III.: 18 z, 16 slz, sz, ga, gst, bt.	813,6 *225,4* *489,2* *64,5* *64,5*	289,9 *225,4* — *64,5* —	— *20,00* *14,44* *14,51* *13,92*	3,00	E. = 3,23 I. = 3,15 (3,10) II. = 3,23 (4,32) (4,90) III. = 3,10 (5,43)	(0,50)	0,40	13405,6	135 (wie vor)	229500	184209
	d) Krankenhaus	—	94	97	—	Im K.: 1 Tob-, 1 Krätzezelle, lh, de, wk, ba. „ E. 1 = tk (ga).	226,1 *162,1* *53,5* *10,5*	162,1 *162,1* — —	— *6,98* *6,98* *5,65*	2,60 (1,50)	4,00	(0,40)	(0,10)	1516,1	12 (Betten)	35700	24269
	e) Wirtschaftsgebäude	—	94		spk = Spülraum, 1 = af, 2 = Seifenraum. Im D.: bv, tr.		339,4 *131,7* *207,7*	131,7 *131,7* —	— *9,43* *8,75*	2,50	4,30	2,03	—	3059,3	—	48500 — (Koch- u. Waschküchen-Einrichtung)	34317 9509
	e1) Erweiterungsbau des Wirtschaftsgebäudes	—	98	99	—	1 = Kartoffelschälraum. Im K. vr (2). „ D.: öl, vr (2).	134,8	134,8	9,18				—	1271,2	—	— (aus Ersparnissen erbaut)	18803
	f) Arbeitsbaracke A	—	95	96	—	I. = E.	275,6 *275,6* *(18,7)*	— — —	— *8,40* *3,66*	—	E. = 4,40 I. = 3,66	—	—	2383,5	—	25000	26443
	g) Desgl. B	—	96	97	—	Wie vor.	275,6 *275,6* *(18,7)*	— — —	— *9,14* *8,75*	—	E. = 4,00 I. = 3,66	—	—	2589,1	—	25000	27049
	h) 4 Wellblechbaracken (zusammen)	—	02		—	E. = as.	903,9	—	2,70	—	i. M. 3,10	—	—	2440,5	—	— (aus Ersparnissen erbaut)	50065
	i) Lagerhaus	—	98	99	—	I. = E.	144,6 *144,6* *12,1*	—	— *8,40* *2,96*	—	E. = 4,00 I. = 3,55	—	—	1250,5	242,7 (qm Lagerfläche)	— (wie vor)	13946
	k) Torgebäude	—	91	92	—	Im K.: 2 wk, r, Wagenraum. I = E. — Im D. 2 st.	278,6	238,7	10,43	2,78	E. = 3,30 I. = 3,30	—	0,60	2905,8	4 (Wohnungen)	54500	43905

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (ausschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung										
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Bauleitung	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	Bemerkungen
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
nissen und Strafanstalten.																	
-	—	2504,9	—	—	—	—	—	—	123941 (6,9 %)	—	—		—				Das Grundstück ist an die städtische Entwässerung, Gas- und Wasserleitung angeschlossen.
197,5	13,7	951,4	69630 (Warmwasserheizung) 7192 (Luftheizung)	585,8 68,4	2093	25,2	4084	83,3	—	Ziegel	Ziegel	Putzbau, Gebäudeecken, Tür- und Fenstereinfassungen Rohbau mit Verblendsteinen, Sockel und Abdeckungen Basaltlava, Sohlbänke u. Gesimse Sandstein	Doppelfalzziegel	im wesentlichen gewölbt, z. T. auf eisernen Unterzügen u. Säulen, Betsaal trapezförmige Holzdecke	im wesentl. Asphaltestrich auf Beton, Heizräume Ziegelpflaster, Verwaltungsräume, Betsaal u. Predigerzimmer kieferne Dielung, D. Gipsestrich	Haupttreppen Sandstein, freitragend; Verbindungstreppen der Flurumgänge Eisen mit Holzbelag	Panoptische Anlage. Flurumgänge schmiedeeis. Konsolträger, t. mit Eichen- od. Buchenholzbelag, t. Kleinesche Bauweise, mit Asphaltestr. Über den 3 Zellenflügeln je 2 Oberlichte. 244 Einzelhaft-, 296 Schlafzellen.
234,0	15,2	2030,7	12016 1850 (bezw. wie vor)	651,1 135,9	318	21,2	889	63,5	—	„	„	„	„	im wesentlichen wie vor		Sandstein, freitragend	Panoptische Anlage. Oberlichte und Flurumgänge (Kleinesche Bauweise) wie vor. 25 Einzelhaft-, 16 Schlafzellen.
218,4	13,7	1364,5	26250 2255 (bezw. wie bei a)	453,0 93,8	814	20,9	1092	61,6	—	„	„	„	„	Arbeitssäle und Schulzimmer Balkendecken, z. T. auf eisernen Unterzugen und Säulen, sonst wie bei a	„	wie bei a	Bauweise wie vor. 71 Einzelhaft-, 64 Schlafzellen.
107,3	16,0	2022,4	1167 (Regulierfüll-, Zellen- u. Zellen-Mantelöfen)	179,5	106	26,5	164	32,8	—	„	„	im wesentlichen wie bei a	„	Treppenhaus Balkendecke, sonst gewölbt	K. Zementestrich auf Beton, D. Gipsestrich, sonst buch. Riemen in Asphalt	Sandstein, freitragend	—
101,1	11,2	—	—	—	178	9,2	678	135,6	—	„	„	„	Holzzement auf Gewölben	gewölbt	Koch- und Waschküche sowie Spülraum Tonfliesen, sonst Zementestrich auf Beton	„	—
139,5	14,8	—	76 (Regulierfüllöfen)	63,3	154	14,0	—	—	—	„	„	„	„	„	Inspektorzimmer kieferne Dielung, sonst Zementestrich auf Beton	„	—
95,9	11,1	—	990 (Sturmsche Regulierfüllöfen)	62,9	—	—	124	41,3	—	„	„	„	„	gewölbt auf eisernen Unterzügen u. Säulen	Zementestrich auf Beton	„	Das Gebäude ist an die Umwehrungsmauer angebaut, welche einen Teil der Hinterwand bildet.
98,1	10,4	—	990 (wie vor)	62,9	—	—	114	38,3	—	„	„	„	„	„	„	„	„
55,4	20,5	—	1174 (Regulierfüllöfen)	44,2	211	—	120	30,0	—	„	an der Innenseite verschaltes Wellblech				tannene Dielung	—	—
96,1	11,2	57,5	—	—	—	—	—	—	—	„	Ziegel	wie bei a	Holzzement	Balkendecken auf eisernen Unterzügen u. Stützen	E. Zementestrich auf Beton, I. tannene Dielung	Sandst., freitrag., Podeste gewölbt, mit Zementestrich	Wie bei f.
157,6	15,1	—	571 (Regulierfüllöfen)	79,2	13	6,5	441	73,5	—	„	„	„	Falzziegel	K., Durchfahrt und Flure gew., sonst Balkendecken	K. Zementestrich auf Beton, Durchfahrt Kopfsteinpfl., Flure Sandsteinfliesen, D. Gipsestr., sonst tann. Dielung	Sandstein, freitragend	In der Durchfahrt Brückenwage.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm	davon unterkellert qm	Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10) m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw. m	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau- nach dem Anschlage ℳ	nach im ganzen ℳ
	Zentralgefängnis in **Bochum** (Fortsetzung)																
	l) Direktorwohnhaus	—	95	96	—	Im K.: wk, r. „ D.: 3st, ab.	244,9 *196,4* *39,3* *9,2*	225,3 *186,0* *39,3* *—*	— *7,40* *10,10* *5,50*	2,70	3,80	—	(0,50)	1900,9	1 (Wohnung)	33 500	34 156
	m) Wohnhaus für 2 Geistliche	—	00	01		Im K. 2wk. 2r. „ E. hs = Haushälterin. „ I: 6st, 2ub. „ D. 5st.	273,9 *254,4* *19,5* *—*	280,6 *254,4* *19,5* *6,7*	— *11,50* *6,40* *2,80*	2,80	E. = 3,70 I. = 3,70	0,60	(0,80)	3069,2	2 (wie vor)	— (aus Ersparnissen erbaut)	45 033
	n) Desgl. für 3 Inspektoren	—	96	97	—	Im K.: wk, r. I. u. II. = E.	207,8	207,8	13,70	3,00	E. = 3,30 I. = 3,30 II. = 3,30	(0,70)	0,15	2846,9	3 (wie vor)	37 233	34 501
	o) Desgl. für 5 Oberaufseher	—	96	97	—	Im K.: wk, r. I. = E. „ D.: st, ka, k, ab.	227,5	227,5	11,45	3,00	E. = 3,10 I. = 3,10	1,20	0,40	2604,9	5 (wie vor)	36 532	32 281
	p) Desgl. für 4 Aufseher	—	98	99	—	Im K.: wk, r. I. = E.	198,5	198,5	i. M. 10,35	2,80 (2,90)	E. = 3,40 I. = 3,40	0,80	0,10	2054,6	4 (wie vor)	— (aus Ersparnissen erbaut)	35 639
	q) 2 Wohnhäuser (zusammen) für je 12 Aufseher	—	96	97	Im K.: 2wk, 2r. I. u. II. = E.		785,0	787,0	i. M. 12,62	2,60 (2,80)	E. = 3,10 I. = 3,10 II. = 3,10	0,70	0,10	9906,7	24 (wie vor)	142 034	126 354
	r) Stallgebäude mit Kutscherwohnung	—	98	99	—	1 = Geschirr- u. Futterkammer. Im I: Kutscherwohnung und Häckselboden. „ D. Heu-, Stroh- u. Schüttböden.	142,3 *27,3* *115,0*	27,3 *27,3* *—*	— *11,75* *9,95*	2,20	E. = 4,00 I. = 3,10 (2,80)	1,80 (2,40)	—	1465,0	—	— (aus Ersparnissen erbaut)	18 417
	s) Stallgebäude zu den Beamtenwohnhäusern	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	15 000 (veranschlagt, aber nicht ausgeführt)	—
	t) Kleinere bauliche Ausführungen															— (aus Ersparnissen hergestellt)	31 779
	u) Inn. Einrichtung															199 189 (für u—w)	106 226
	v) Beleuchtungskörp.																2 934
	w) Lager.- u. Beklead.-Gegenstände																76 824
	x) Nebengebäude u. Nebenanl.															220 100 (ausschließlich der aus Ersparnissen erbauten Nebengebäude)	219 421
14	Zentralgefängnis in **Breslau**	Breslau	91	98	entw. im Minist. d. öffentl. Arb., ausgef. v. Butz (R.-B. Leben) (*Breslau I*)	Lageplan sieh unten.				—			—	—	811 (Gefangene)	2135200	1668365
	a) Männergefängnis	—	95	98		1 = slz. Im I.: 90z, 38slz, 3sz, 2as, ba, oa, 3gn, hv, mr, drz, hz, 2gst, Gerichts-, Anwalts-, Arbeits- und Ökonomieinspektor-, Sprech- u. Wartezimmer, rg, sr, kz, ks. Im II.: 90z, 40slz, 3sz, 3as, 3gn, at, bt, skr(2), kl. „ III.: 90z, 40slz, 3sz, 2as, 3ga, mr, (bt).	3224,2 *429,5* *403,8* *203,0* *2187,9*	— — — — —	— *17,77* *15,55* *11,05* *14,30*	—	E. = 3,30 (3,15) I. = 3,30 (3,90) II. = 3,30 (9,27 3,50) (III. = 3,15 14,45)	(1,70)	0,35	47441,4	508 (wie vor)	613 585 —	481 728 1 737 (tiefere Gründung)

1 = Männergefängnis,
2 = Weibergefängnis,
3 = Zentralstation für jugendliche Gefangene,
4 = Krankenhaus,
5 = Wirtschaftsgebäude,
6 = Erweiterungsbau d. Wirtschaftsgebäudes,
7 und 7a = Arbeitsbaracken A und B,
8 = Wellblechbaracken,
9 = Lagerhaus,
10 = Torgebäude,
11 = Direktorwohnhaus,
12 = Wohnhaus für 2 Geistliche,
13 = „ „ 3 Inspektoren,
14 = „ „ 5 Oberaufseher,
15 = „ „ 4 Aufseher,
16 = Wohnhäuser für je 12 Aufseher,
17 = Stallgebäude mit Kutscherwohnung,
18 = Arbeitsschuppen für jugendliche Gefangene,
19 = Waschküchengebäude für das Weibergefängnis,
20 = „ f. d. Beamtenwohnhäuser,
21 = Ställe.

Lageplan des Zentralgefängnisses in Bochum.

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der						Bauleitung	Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung										
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
M	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*								
139,5	18,0	34156,0	507 (Regulierfüllöfen)	119,9	132	22,0	68	34,0	—	Ziegel	Ziegel	Putzbau, Gebäudeecken, Tür- u. Fenstereinfass. Rohbau m. Verblendst., Sockel Basaltlava, Sohlbänke Sandstein	Doppelfalzziegel, Veranden engl. Schiefer auf Schalung	K. u. Bad gewölbt, sonst Balkendecken	K. Zementestr. auf Beton, Flure im E. im wes. Asphaltestr. m. Linoleumbel., z. T. wie auch Küche, Speisek., Bad u. Abtritt Tonfl., im D. tann. Diel., sonst Pitchpine-Riemen	Kiefernholz	Die Veranda ist in Spalte 7 nur mit halber Grundfläche in Ansatz gebracht.
164,4	14,7	22516,5	868 (wie vor)	100,6	129	16,1	291	72,8	—	"	"	im wesentlichen wie vor	"	K. gewölbt, sonst Balkendecken	K. wie vor, Flure im E. u. Küchen Tonfliesen, sonst kief. Dielung	Eichenholz	—
166,0	12,1	11500,8	576 (wie vor)	69,1	—	—	108	42,0	—	"	"	"	Doppelfalzziegel	K. u. Treppenhaus gew., sonst Balkendecken	im wesentl. wie vor	Sandstein, freitragend. Podeste gew., mit Tonfliesenbelag	—
141,9	12,4	6456,2	498 (wie vor)	84,3	—	—	228	38,0	—	"	"	"	"	"	"	"	—
179,6	17,3	8009,8	259 (wie vor)	78,3	—	—	205	41,0	—	"	"	"	"	"	"	"	—
161,0	12,8	5264,8	1464 (wie vor)	59,9	—	—	964	34,4	—	"	"	"	"	"	"	"	—
129,4	12,6	—	79 (wie vor)	87,6	—	—	82	41,0	—	"	"	"	Doppelpappdach	K. gewölbt, Pferdestall Kleinesche Decke auf eis. Säulen, sonst Balkendecken	K. u. E. Zementestrich auf Beton, sonst tannene Dielung	Kiefernholz mit eichenen Trittstufen	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Nebengebäude und Nebenanlagen:

1162 *M* für den Arbeitsschuppen für jugendliche Gefangene,
5921 " " das Waschküchengebäude für das Weibergefängnis,
10714 " " 2 " " " die Beamtenwohnhäuser,
4422 " " 11 Stallgebäude für die Beamtenwohnhäuser,
5753 " " 40 Lauben " " " } aus Ersparnissen erbaut,
11498 " " Geländeregelung,
2450 " " Gartenanlagen,
48283 " " Wegebefestigung,
40331 " " 6836 qm Pflasterung,
3498 " " 140 m Futtermauer, davon 66 m mit schmiedeeis. Brüstungsgeländer,
31789 " " 962 m Umwehrungsmauer mit 7 Eisenblechtoren und 2-pforten,
984 " " 33 m Sockelmauer mit schmiedeeisernem Gitter, Tor und Pforte,
9099 " " 4350 m Garten-Spriegelzäune und Heckenanpflanzungen,
20996 " " Entwässerung,
6845 " " die Wasserleitung,
7711 " " " Gasleitung, } außerhalb der Gebäude,
5109 " " 6 Fäkalien- und Müllgruben,
2493 " " die Nebenanlagen des Wohnhauses für Geistliche.

—	—	—	—	—	—	—	—	—									Das Grundstück ist an die städtische Entwässerung, Gas- und Wasserleitung angeschlossen. Ein großer Teil der Arbeiten ist von Gefangenen ausgeführt.
—	—	2057,2	—	—	—	—	—	—	78266 (4,7%)	—	—	—	—	—	—		
149,4	10,2	948,8	62958 (Warmwasserheizung) 5046 (Luftheizung)	448,9 36,8	—	—	8895	130,8	—	Ziegel		Rohbau mit Formsteinen, Hauptgesims und Sohlbänke Granit	im wesentl. Kronendach von glasierten Freiwaldauer Flachziegeln, z. T. Holzzement	gewölbt, Betsaal trapezförmige Holzdecke	Heizraum Ziegelpflaster, Dienst- u. Krankenräume eich. Stäbe in Asphalt, Betsaal und Sakristei kief. Dielung, sonst Asphaltestrich auf Beton	Haupttreppen Granit, freitr., Podeste im wesentl. gew., mit Asphaltestrich a. Beton. Verbindungstreppen u. Flurumgänge Eisen mit Eichenholzbelag	Panoptische Anlage. Flurumgänge schmiedeeiserne Konsolträger mit Eichenholzbelag. Über den Zellenflügeln Oberlichte. — Kosten der Badeeinrichtung 1177 *M*. 354 Einzelhaft-, 154 Schlafzellen.

1	2	3	4	5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm	davon unterkellert qm	Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam. od. d. Kellersohle b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10) m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw. m	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage (Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau-) nach dem Anschlage ℳ	nach im ganzen ℳ
	Zentralgefängnis in **Breslau** (Fortsetzung) b) Weibergefängnis	—	[illegible]	—	Im E. u. a. Aufnahme- bezw. Beamtenbad. Im I.: 51z, 26slz, 2sz, as, ba, oa, 3ga, drz, 2gst, Gerichts-, Anwalts-, Sprech- u. Wartezimmer. Im II.: 51z, 26slz, 2sz, 2ga, kl, at, 5kr, 3 Tobzellen, tk, ba, ab. Im III.: 51z, 26slz, 2sz, 2ga, bt, skr(2).	945,[illegible] [illegible]	—	17,[illegible] 15,[illegible] 12,[illegible] 17,[illegible]	—	E. = 3,[illegible] (4,[illegible]) I = 3,[illegible] (3,[illegible]) II = 3,[illegible] (3,15 / 3,2) III = 3,[illegible] (4,[illegible] / 6,[illegible])	—	0,[illegible]	29 024,[illegible]	303 (Gefangene)	115 310 —	328 323 3 910 (tiefere Gründung)
	c) Krankenhaus der Männerabteilung	—	97 [illegible]	—	Im I.: 6kr, sz, ga, at, Apotheker. Im II.: 5kr, sz, ga, Tagesraum.	328,[illegible] [illegible]	—	— [illegible] 12,62 [illegible]	—	E. 3,[illegible] I 4,[illegible] II = 4,[illegible]	—	[illegible]	4 122,[illegible]	39 (Betten)	67 000 —	66 901 127 (tiefere Gründung)
	d) Wirtschaftsgebäude der Männerabteilung	—	[illegible]		1 = Luftheizungsofen. Im D.: br(2), vr, [illegible]	171,[illegible] [illegible]	49,[illegible]	— 5,58 [illegible]	2,[illegible]	E. = 3,[illegible] I. = [illegible]	—	—	3 337,2	—	31 014 — 10 986	33 114 93 (tiefere Gründung) 12 648 (Bäckerei-, Koch- und Waschküchen-Einrichtung)
	e) Desgl. der Weiberabteilung	—	95 96		1 = Brotschneideraum. 2 = Luftheizungsofen. Im D.: Boden der Hausmutter, tr(2), lg, g[illegible]	219,[illegible] [illegible]	7[illegible] 7[illegible]	— [illegible]	2,[illegible]	E. = [illegible] I = [illegible]	—	—	2 243,2	—	31 500 — 8 900	27 761 580 (tiefere Gründung) 7 827 (Koch- und Waschküchen-Einrichtung)
	f) Lagerschuppen der Männerabteilung	—	97 98		Im E.: [illegible], Schmiede. Im I.: [illegible]	[illegible] [illegible]	211,[illegible] [illegible]	8,2[illegible] 7,95	2,[illegible]	E. = [illegible] (4,2[illegible]) I = 2,[illegible]	—	—	2 839,[illegible]	—	18 500	16 692
	g) Desgl. der Weiberabteilung	—	[illegible]	—	Im E.: [illegible]. Im I.: [illegible]	186,2	—	7,[illegible]	—	E. = 3,[illegible] I = 3,[illegible]	—	—	1 471,[illegible]	—	10 000 —	9 409 286 (tiefere Gründung)
	h) Torgebäude	—	94 [illegible]		Im K.: 2wk. Im I. u. II. je 1w.	307,[illegible] [illegible]	[illegible]	[illegible]	2,[illegible]	E. = 3,10 ([illegible]) I = 3,[illegible] II = 3,[illegible]	1,[illegible]	0,25	5 068,7	12 (Wohnungen)	82 300 —	66 496 997 (tiefere Gründung)
	i) Wohnhaus für den Direktor und 3 Oberbeamte	—	96 97	—	Im K.: wk. Im I.: 7st, k, [illegible], 2g, ab. Im II.: 2[illegible]. Im D.: 2st	288,[illegible]	288	14,[illegible]	2,[illegible]	E. = 4,[illegible] I. = 3,[illegible] II. = 3,40	0,[illegible]	0,[illegible]	4 257,1	4 (wie vor)	63 000 —	46 406 589 (tiefere Gründung)
	k) Desgl. für 3 Inspektoren		96 97		Im K.: wk. I. u. II. = E.	239,3	239,3	14,[illegible]	2,[illegible]	E. = 3,[illegible] I = 3,[illegible] II = 3,[illegible]	0,[illegible]	0,2	3 388,6	3 (wie vor)	49 500 —	36 907 397 (tiefere Gründung)
	l) 2 Wohnhäuser (zusammen) für je 9 Unterbeamte	—	96 97		Im K.: 2wk. I. u. II. = E.	604,[illegible] [illegible]	604,[illegible] [illegible]	14,[illegible] [illegible]	2,60	E. = 3,10 I = 3,10 II. = 3,20	0,[illegible]	0,15	8 314,[illegible]	18 (wie vor)	127 100 —	93 951 1 425 (tiefere Gründung)

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung			Kosten der						Bauleitung	Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
für 1			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung										
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußboden	Haupttreppen	
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M								
[illegible]	11,8	1083,6	39 309 (Warmwasserheizung) 3 137 (Luftheizung)	457,0 38,[illegible]	—	—	7716	148,[illegible]	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Formsteinen, Hauptgesims und Sohlbänke Granit	im wesentl. Kronendach von glasierten Freiwaldauer Flachziegeln, z. T. Holzzement	gewölbt, Betsaal trapezförmige Holzdecke	Heizraum Ziegelpflaster, Dienst- und Krankenräume eichene Stäbe in Asphalt, Betsaal und Sakristei kieferne Dielung, sonst Asphaltestrich auf Beton	Haupttr. Granit, freitr., Podeste im wesentl. gew., mit Asphaltestrich auf Beton; Verbindungstreppen der Flurumgänge Eisen mit Eichenholzbelag	Bauweise wie bei a. Kosten der Badeeinrichtung 3833 M. 203 Einzelhaft-, 100 Schlafzellen.
[illegible]	16,2	1715,4	17 218 (Warmwasserheizung)	683,[illegible]	486	[illegible]	[illegible]	[illegible]		"	"	Gesimse Formsteine sonst wie vor	Kronendach wie vor	im wesentl. gewölbt, Flure Kleinesche Decken	Flure und Desinfektionsräume Asphaltestr. auf Beton, Spülzellen u. Leichenk. Tonfl., sonst Stabfußboden in Asphalt	Granit, auf eisernen Trägern, Podeste gew., mit Asphaltestrich auf Beton	—
87,9	9,9	—	—	—	—	—	[illegible]	[illegible]	—	"	"	Rohbau, Sohlbänke Granit	Holzzement	K., Treppenhäuser und im wesentl. E. gewölbt, sonst Balkendecken, I. sichtbarer Dachverband	K. Ziegelpfl., im E. Küchen u. Bäckerei Tonfl., sonst Asphaltestr., im I. t. Zementestr., t. kief. Dielung	Granit, freitragend, Podeste wie vor	Kosten der Bäckerei-, Koch- und Waschküchen-Einrichtung bezw. 3063, 4930 und 4655 M.
[illegible]	12,4	—	24 (eiserner Ofen)	119,2		—	[illegible]	[illegible]	—	"	—	"	"	"	im wesentl. wie vor	"	Kosten der Koch- und Waschküchen-Einrichtung 4243 bezw. 3554 M.
47,6	5,9	—	—	—		—	[illegible]	63,[illegible]	—	"	"	—	—	K. u. z. T. E. gewölbt, im wesentl. Balkendecken auf Unterzügen und Stielen, I. sichtbarer Dachverband	K. Ziegel-, E. z. T. Kopfsteinpflaster, sonst kieferne Dielung	Holz	
[illegible]	6,4	—	—	—	—	—	—	—	—	"	"	—	—	Balkendecken, im E. auf eisernen Unterzügen, I. wie vor	E. Kopfsteinpflaster, I. kieferne Dielung	"	Der Schuppen ist an das Wirtschaftsgebäude der Weiberabteilung angebaut, Gründung auf Pfeilern mit Bögen.
[illegible]	13,1	5541,8	2130 (Warmwasserheizung)	146,[illegible]	56	[illegible]	[illegible]	[illegible]		"	"	Rohbau mit Glasur- u. Formst., Sohlbänke der Hinterans., des E. u. Sockels d. Vorderansicht Sandstein	Kronendach von glasierten Freiwaldauer Flachziegeln	K., Durchfahrt und Treppenhäuser gew., sonst Balkendecken	K. Ziegel-, Durchfahrt Kopfsteinpfl., sonst kieferne Dielung	wie bei c	12 Wohnungen für Unterbeamte. Kosten eines Eisenblechtores 421, eines eisernen Gittertores 382 M.
[illegible]	10,8	11602,[illegible]	1875 (Kachelöfen)	129,[illegible]	[illegible]	[illegible]	1171	117,[illegible]	—	"	"	Rohbau mit Glasur- und Formsteinen	"	K. Treppenhaus und im wesentl. Flure gewölbt, sonst Balkendecken	K. Ziegelpfl., Vorflure im E., Bad u. Veranda Tonfliesen, sonst kieferne Dielung	Eisen mit Kiefernholzbelag	—
154,2	10,9	12302,[illegible]	1167 (wie vor)	136,[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		"		"	"	"	im wesentl. wie vor	"	—
[illegible]	11,8	5219,5	3740 (wie vor)	151,7	127	[illegible]	2621	[illegible]	—	"	"		"	"	"	"	

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudet. v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 und 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14. der Bau-	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				nach dem Anschlage	nach im ganzen
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
	Zentralgefängnis in **Breslau** (Fortsetzung.) m) Wohnhaus für 6 Unterbeamte	—	96	97	—	Im K. 2wk. I. u. II. = E.	235,7 *43,5* *192,2*	235,7 *43,5* *192,2*	— *14,38* *12,38*	2,60	E. = 3,10 I. = 3,10 II. = 3,10	0,50	0,15	3005,0	6 (Wohnungen)	48 000 —	35 149 593 (tiefere Gründung)
	n) Innere Einrichtung (ausschl. der bei d und e angegebenen), Beleuchtungskörper, Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände													—	—	186 105	105 671
	o) Nebengebäude und Nebenanlagen	—			—	Lageplan des Zentralgefängnisses in Breslau. 1 = Männergefängnis, 2 = Weibergefängnis, 3 = Wirtschaftsgebäude der Männerabteilung, 4 = „ „ Weiberabteilung, 5 = Krankenhaus der Männerabteilung, 6 = Torgebäude, 7 = Wohnhaus für den Direktor u. 3 Oberbeamte, 8 = „ „ 3 Inspektoren, 9 u. 10 = Wohnhäuser für je 9 Unterbeamte, 11 = Wohnhaus für 6 Unterbeamte, 12 = Lagerschuppen der Männerabteilung, 13 = „ „ Weiberabteilung, 14 = Kohlenschuppen, 16 = Mangelhäuschen, 15 = Petroleumschuppen, 17 = Vorhof.							—	—	—	363 600	288 334
15	Strafgefängnis für Berlin bei **Tegel**	Berlin	96	99	*)	1 = stz, 2 = slz. Im I.: 114 z, 14 slz, 3 sz, 3 ga, b, at, ba, lg „ II.: 114 z, 14 slz, 3 sz, oa, 3 ga, mr (sr), 2 lg. „ III.: 114 z, 14 slz, 3 sz, 3 ga, vr.	Lageplan sieh unten.			—	—		—	—	1489 (Gefangene)	**3156000**	**3008213**
	a) Zellenbau I	—			*) entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Förster (R.-B. Saegert u. Rosenbaum) *(Berlin III)*		2323,1 *100,8* *44,3* *1775,1* *101,7* *185,6* *115,6* —	408,8 *100,8* — — *101,7* *185,6* — *20,7*	— *16,40* *14,90* *12,80* *14,20* *11,00* *4,85* *3,20*				(0,10)	29147,1	505 (wie vor)	450 000	382 960
	b) Zellenbau II	—			—	Grundrißanordnung wie vor. Im I.: 102 z, 24 slz, 4 sz, 3 ga, at, sr, lg, ba. „ II.: 102 z, 24 slz, 4 sz, oa, 3 ga, mr, 2 lg. „ III.: 102 z, 24 slz, 4 sz, 3 ga, b.	2523,4 *100,8* *44,3* *1975,4* *101,7* *185,6* *115,6* —	408,8 *100,8* — — *101,7* *185,6* — *20,7*	— *16,40* *14,90* *12,80* *14,20* *11,00* *4,85* *3,20*	2,20 (4,30)	E. = 2,95 I. = 2,95 II. = 2,95 (III. = 3,15)	(2,20)	(0,10)	31710,9	498 (wie vor)	480 000	411 813
	c) Zellenbau III	—			—	1 = slz. Im I.: 114 z, 11 slz, 3 sz, 3 ga, drz, bz, ks, ts, 6 az, Sprechzimmer, vr (2), lg, ba, ab. „ II.: 114 z, 12 slz, 3 sz, oa, 3 ga, at, gst, bt, kl, mr, lg. „ III.: 114 z, 13 slz, 3 sz, 3 ga, (bt), Direktor- u. Kantorloge, vf.	3228,2 *100,8* *44,3* *2218,1* *101,7* *183,3* — *51,6* *395,4* *110,7* *22,3*	409,1 *100,8* — — *101,7* *183,3* *23,6* — — — —	— *16,40* *14,90* *12,80* *14,20* *11,00* *3,20* *13,50* *16,10* *27,50* *22,40*	2,20 (4,30) Türme = 26,60 (v. O.-K. Fund. d. K. bis O.-K. Hauptges.)	E. = 2,95 (3,60) I. = 2,95 (3,60) II. = 2,95 (8,20) (III. = 3,15 (4,15))	(2,20)	(0,10)	44847,1	486 (wie vor)	660 000 —	593 147 3 200 (künstliche Gründung der Türme)
	d) Reservebaracke	—				1 = Tobzelle, 2 = ga. Im I.: 4 Schlafsäle, 4 slz, sz, ga, 2 lg, 8 ab.	698,8 *618,1* *34,2* *46,5*	34,2 — *34,2* —	— *9,00* *6,00* *4,98*	2,00	E. = 4,15 (I. = 3,95)	—	—	5999,7	(192) (wie vor)	54 000	87 596

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der						Bauleitung	Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung										
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
149,1	11,7	5858,2	875 (Kachelöfen)	103,4	64	10,6	977	69,8	—	Ziegel		Rohbau mit Glasur- und Formsteinen	Kronendach von glasierten Freiwaldauer Flachziegeln	K., Treppenhäuser und Flure gewölbt, sonst Balkendecken	K. Ziegelpflaster, Vorflure im E., Asphaltestrich, sonst kieferne Dielung	Eisen mit Kiefernholzbelag	—
—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 887 ℳ für das Mangelhäuschen, 10 593 „ „ Geländeregelung, 4 153 „ „ Gartenanlagen, 5 929 „ „ Hofbefestigung, 47 743 „ „ Pflasterung, 84 979 „ „ Straßenanlagen, 76 665 „ „ rd. 1000 m Umwehrungsmauer der Gefängnishöfe, mit 9 Eisenblechtoren, 13 051 ℳ für rd. 310 m Sockelmauer mit schmiedeeisernem Gitter zwischen Ziegelpfeilern, 5 Gittertoren und 8 -pforten, 5 630 „ „ 1320 m Drahtgeflechtzaun zwischen Eisenrohrpfosten, 15 272 „ „ Entwässerung, 11 197 „ „ die Wasserleitung, } außerhalb 4 558 „ „ „ Gasleitung, } d. Gebäude. 7 677 „ „ Verschiedenes.															
—	—	2020,8	—	—	—	—	—	—	150 666 (5,0 %)	—	—	—	—	—	—	—	Das Grundstück ist an die Tegeler Entwässerung, Wasser- u. Gasleitung angeschlossen.
164,9	13,1	758,4	56 700 (Warmwasserheizung)	311,5	1216	20,3	4749	103,2	—	Bankette Beton, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblendsteinen u. kleineren Putzblenden, Hauptgesims und Giebelabdeckungen sowie Sohlbänke Granit	Holzzement auf Gewölben	gewölbt, z. T. auf eisernen Unterzügen und Säulen	K. u. Spülzellen Eisenklinker, E. Asphaltestr. auf Beton, Laufgänge der Flure das. mit Linoleumbelag, Geschäftsräume kief. Dielung, sonst Terrazzo	Verbindungstreppen der Flurumgänge Eisen mit Kiefernholz- und Linoleumbelag	Panoptische Anlage. Flurumgänge Betonplatten mit Linoleumbelag auf schmiedeeis. Konsolträgern. — Über den 3 Zellenflügeln je 1 Oberlicht. — 456 Einzelhaft-, 49 Schlafzellen.
163,2	13,0	826,9	57 000 (wie vor)	290,8	1312	21,9	5467	103,2	—	„	„	„	„	„	„	„	Bauliche Anordnung usw. wie vor. — 408 Einzelhaft-, 90 Schlafzellen.
183,7	13,2	1220,5	72 200 (Warmwasserheizung) 1650 (Luftheizung)	300,8 30,6	2087	22,7	5267	119,7	—	„	„	sparsame Verwendung von Formsteinen,	Betsaal u. Türme Falzziegel, sonst wie bei a	Betsaal Holzdecke,	wie bei a	im Verwaltungsflügel t. Granit, freitragend, t. Kunstsandstein, zwischen Wangenmauern, sonst wie bei a	Bauliche Anordnung usw. wie bei a. — Über den Zellenflügeln je 2 Oberlichte, über dem Verwaltungsflügel 1. — In den obersten Geschossen der auf 1,25 m starker Betonplatte gegründeten Türme (40,6 m v. d. Erdgleiche bis zum Knauf hoch) befinden sich 2 schmiedeeiserne Wasserbehälter. — 444 Einzelhaft-, 42 Schlafzellen.
125,4	14,6	456,2	17 068 (Warmwasserheizung)	417,8	809	13,9	4271	284,7	—	„	„	wie bei a		gewölbt	K., Flure, Spülzellen u. Geräteräume Eisenklinker, Säle u. Abtritte im I. Terrazzo, letztere im E. Asphaltestrich, sonst im wesentl. kieferne Dielung	Haupttr. Granit, zwischen Wangenmauern; Verbindungstreppen d. Flurumgänge wie bei a	Bauart der Flurumgänge wie bei a. — 8 Räume für je 20, 8 für je 4 Gefangene.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm	davon unterkellert qm	Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudet. v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10) m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw. m	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 und 8) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau- nach dem Anschlage ℳ	nach im ganzen ℳ
	Strafgefängnis für Berlin bei **Tegel** (Fortsetzung) e) Krankenhaus	—	—	—	—	o = Operationszimmer. Im K.: 5 Tobzellen, 1 Kratzezelle, sz, do, lh, wk, r, hr, ab. „ I.: 9kr, sz, ba, lg.	382,5 *317,6* *64,9* —	417,8 *317,6* *64,9* *35,0*	— *13,68* *14,30* *2,60*	2,96 (3,40)	E. = 4,15 I. = 4,15	2,40	—	5360,4	43 (Betten)	80 000	88 523
	f) Koch- und Backhaus					Im K. vr(7). „ E.: 1 = Heizgang, 2 = Brotkühlraum, 3 = Aufseher, 4 = af, 5 = br. „ I.: Brotschneideraum, vr(3), af, ab. „ D.: lg, vr (3), af, ab.	696,9 *201,3* *180,3* *315,3* — —	584,4 *201,3* — *315,3* *55,9* *11,9*	— *12,76* *11,41* *7,00* *3,90* *1,85*	2,80	E. = 3,50 (6,00 / 4,30) (I. = 4,00 (3,90))	(2,40)	—	7072,9	—	89 600	73 387 / 21 477 (*Kochküchen- und Bäckereieinrichtung*)
	g) Wasch- und Badehaus	—				1 = Luftheizungsofen, 2 = Seifenkammer, 3 = do. Im I.: r (lg), tr, af, ab. „ II.: 3lg, Ankleideraum, af, ab.	530,6 *148,2* *197,7* *184,9*	148,2 *148,2* — —	— *12,76* *11,60* *11,41*	2,80	E. = 4,00 (6,00) I. = 3,50 (3,96) (II. = 2,46 (2,63))	—	—	6294,0	—	91 000	78 604 / 15 376 (*Waschkücheneinricht.*) / 1452 (*Instandsetzung u. Aufstellung eines alten Desinfektionsapparates*) / 11 096 (*Badeeinrichtung*)
	h) Lager- und Wagenschuppen, Pferdestall usw.	—				Im I.: 2lg, Heuboden.	627,3	—	7,60	—	E. = 4,00 I. = 3,00	—	—	4798,6	—	29 850	31 611
	i) Werkstätten- und Lagerschuppen	—				tal = Tischlerei, mt = Maschinenmeister, 1 = Petroleumlager, 2 = Brettertrockenraum. Im I. 4lg.	474,7	—	6,75	—	E. = 4,0 I. = 2,3	—	—	3204,2	—	23 378	25 667
	k) Schuppen für Straßenbahnwagen	—	—	—	—	—	136,9	—	4,69	—	4,30	—	—	642,1	—	6 072	6 479
	l) Torgebäude	—				Im K.: 2z, wt, 2ab, Wageraum. „ E.: 1 = Telephonzimmer, an = Aufnahmeraum, wg = Wiegeraum. „ D. 2st.	623,8 *168,2* *244,2* *153,0* *58,4*	321,2 *168,2* — *153,0* —	— *7,99* *6,84* *6,68* *5,98*	2,40	4,50 (3,10)	0,80 (0,80)	0,25	4385,5	—	61 000	66 718
	m) Wohnhaus für den Direktor und 2 Inspektoren	—	—	—	—	Im K. 2wk. „ I.: iw: 4st, ka, ba (zur Direktorwohnung gehörig).	396,9 *152,7* *196,8* *28,4* *18,4*	377,9 *152,7* *196,8* *28,4* —	— *11,75* *11,55* *10,71* *5,83*	2,40	E. = 3,80 (4,10) I. = 3,70 (3,80)	(1,00)	(0,35)	4439,8	3 (Wohnungen)	63 500	61 238
	n) Wohnhaus für 3 Inspektoren	—	—	—	—	Im K. wk. I. u. II. = E.	203,2	203,2	14,70	2,70	E. = 3,80 I. = 3,80 II. = 3,70	0,78	0,10	2987,0	3 (wie vor)	44 000	40 491

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								Bemerkungen
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußboden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
231,4	16,8	2058,7	21700 (Warmwasserheizung)	885,7	169	36,1	2081	231,2	—	Bankette Kalkbruchsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblendsteinen u. kleineren Putzblenden, Hauptgesims und Giebelabdeckungen sowie Sohlbänke Granit	Holzzement	gewölbt, über den Tobzellen und dem Heizraum doppelte Kleinesche Decken	K. im wesentl. u. Lagerraum Eisenklinker, Tobzellen t. Asphaltestrich, t. kief. Dielung, E., 1. u. D. Zementestrich auf Beton, in ersteren Geschossen mit Linoleumbelag	Kunststein, freitragend, mit Linoleumbelag, Podeste gewölbt, mit Zementestrich auf Beton	—
105,3	10,4	—	1448 (Luftheizung)	174,5	161	40,1	1631	163,1	-	wie bei a				gewölbt	Eisenklinker	Granit, zwischen Wangenmauern, Podeste gewölbt, mit Eisenklinkerbelag	Kosten der Kochkücheneinrichtung (Senkingsche Herde usw.) 14058, zweier Heißwasser-Backöfen 7419 ℳ.
148,1	12,5	—	2052 (wie vor)	141,2	487	21,2	1625	232,1	—	wie vor							—
50,4	6,8	—	—	—	—	—	73	73,0	—	Bankette Beton, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblend- u. Formsteinen, Giebelabdeckungen Granit	Holzzement, z. T. auf Gewölben	E. t. Balkendecke, t. Gewölbe, bezw. auf holz. u. eis. Unterzügen, Stielen u. Säulen, t. sichtbarer Dachverb.	Stall Klinker-, Spritzenraum Feldsteinpflaster, sonst t. Beton, t. kieferne Dielung	Granit, zwischen Wangenmauern, Podest auf eis. Trägern	—
54,1	8,0	—	250 (Kachel-, zugleich [illegible]öfen)	96,4	150	18,8	317	158,5	—	„	„		Holzzement, z. T. auf Hennebique-Decke	E. gewölbt, 1. t. sichtbarer Dachverband, t. Hennebique-Decke	Tischlereien kieferne Dielung, sonst Beton	Granit, zwischen Wangenmauern	—
47,5	10,1	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Holzzement auf Gewölben	gewölbt	Feldsteinpflaster	—	—
107,0	15,2	—	1502 (Kachel- u. Regulierfüllöfen)	140,5	576	57,6	1451	241,8	—	Bankette Kalkbruchsteine, sonst Ziegel	„	Rohbau mit Verblend- u. Formsteinen	Falzziegel	Anbauten Balkendecken, sonst gewölbt	K. t. Asphalt-, t. Zementestrich auf Beton, Durchfahrt Eisenklinker, Flure u. Küchen Tonfliesen, sonst t. eichene Stäbe, t. kieferne Dielung	t. Kunststein, freitragend, Podest auf eisernen Trägern, t. Holz	In der Durchfahrt Brückenwage.
151,5	13,8	—	2214 (Kachelöfen)	164,0	509	169,7	1460	243,3	—	„	„	Rohbau wie vor, 1. mit größeren Putzflächen	Kronendach	gewölbt	K. Zementestrich auf Beton, Küchen, Speisek. und Abtritte Tonfliesen, sonst t. kief. Dielung, t. eichene Stäbe	Inspektorwohnung unterwölbte Ziegelstufen und Podeste, durchweg m. Kiefernholzbel.; Direktorwohn. Holztreppe, Podeste wie vor	Rechtsseitiger Gebäudeteil Wohnung für den Direktor, linksseitiger für 2 Inspektoren.
199,8	13,6	13497,4	1983 (wie vor)	192,9	195	97,5	646	161,5	—	„	„	„	„	„	mit Ausnahme des Stabfußbodens wie vor	massive Treppe wie vor	—

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13a	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudet. v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Türmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 und 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Kosten d. Bauanlage, Baulichkeiten usw. Anlagen in Sp. 14, der Bau-	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				nach dem Anschlage	nach im ganzen
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
	Strafgefängnis für Berlin bei **Tegel** (Fortsetzung)																
	o) Wohnhaus für 8 Oberaufseher	—	—	—	—	I., II. u. III. = E.	261,9	261,9	15,70	2,50	E. = 3,10 I. = 3,10 II. = 3,10 III. = 3,10	0,96	0,10	4111,8	8 (Wohnungen)	56 000	52 270
	p) 5 Wohnhäuser (zusammen) für je 8 Aufseher	—	—	—	—	I., II. u. III. = E.	975,3	975,3	15,45	2,50	E. = 3,10 I. = 3,10 II. = 3,10 III. = 3,10	0,50	0,10	15263,4	40 (wie vor)	223 720	216 891
	q) Innere Einrichtung	—				Lageplan des Strafgefängnisses für Berlin bei Tegel. 1 = Zellenbau I, 2 = „ II, 3 = „ III, 4 = Reservebaracke, 5 = Krankenhaus, 6 = Koch- und Backhaus, 7 = Wasch- und Badehaus, 8 = Lager- und Wagenschuppen, Pferdestall usw., 9 = Werkstätten- und Lagerschuppen, 10 = Schuppen für Straßenbahnwagen, 11 = Torgebäude, 12 u. 13 = Wohnhäuser f. d. Direktor bezw. 2 Inspekt., 14 = Wohnhaus für 3 Inspektoren, 15 = „ „ 8 Oberaufseher, 16 = „ „ 8 Aufseher, 17 = Eiskeller, 18 = Warmhaus.										202 022	206 234
	r) Beleuchtungskörper	—														70 978	10 100
	s) Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände	—															55 198
	t) Nebengebäude und Nebenanlagen	—														470 880	466 065
	C. Anderweitige zu Gefängnissen und																
	A. Wirtschafts-																
16	Bäckereigebäude des Strafgefängnisses in **Preungesheim**	Wiesbaden	97	98	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Brinkmann (*Frankfurt a. M.*)	Im D. mv.	— 170,6 *101,7* *68,9*	— — — —	— — *6,80* *5,70*	— —	— 4,00	— (1,50)	— (0,10)	— 1084,8	— —	20 600 18 000 (Bäckereigebäude) — (tiefere Gründung) 2 600 (Backöfen und Bäckereieinrichtung) — (Wasserleitung außerhalb des Gebäudes)	20 545 12 267 378 7 390 510
17	Wirtschaftsgebäude des Gerichtsgefängnisses in **Königsberg**	Königsberg	97	99	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Leidich (*Königsberg V*)	Im K.: Tischlerei, Klempnerei, Böttcherei, bk, bv, wk. Im E.: brs — Brotschneideraum, 1 = Aufzug. Im I.: 2as, Schneiderei(2), mg, ga, af, iw. Im II.: Schuhmacherei, mg, r(pl), 2as, ab.	— 584,7 *433,6* *151,1*	— 584,7 *433,6* *151,1*	— *i. M.* *16,56* *12,10*	3,55 (3,00) (3,25)	E = 4,40 (3,70) I. = 4,00 (3,55) (II. = 3,37)	1,00 (1,20)	— —	— 9008,7	— —	154 700 118 891 (Wirtschaftsgebäude) 16 671 (Bäckerei-, Koch- und Waschküchen-Einricht.) 4 680 (sonst. innere Einricht.) 320 (Beleuchtungskörper) 11 388 (Nebengeb. u. Nebenanl.) 2 750 (Abbruch d. alt. Gebäude)	144 975 114 468 12 687 2 955 401 11 730 2 734
	B. Beamten- (Sieh auch A.																
18	2 Wohnhäuser (zusammen) für je 2 Aufseher der Strafanstalt in																
	a) Eingeschos-																
19	**Mewe**	Marienwerder	97	98	Hallmann (*Marienwerder*)	Im D. 2ka.	338,0 *139,6* *165,0* *16,4* *17,0*	156,0 *139,6* — *16,4* —	— *6,65* *6,34* *4,17* *3,25*	2,50	3,15	1,05	(0,10)	2098,1	4 (Wohnungen)	29 800	19 668
20	Desgl. in **Werden** a. d. R.	Düsseldorf	99	00	Spillner (*Essen*)	Wie vor.	— 341,2 *139,6* *164,6* *37,0*	— 139,6 *139,6* — —	— — *6,90* *6,50* *3,30*	— 2,50	— 3,00	— 0,90	— (0,10)	— 1906,9	— 4 (wie vor)	28 000 28 000 (Wohnhäuser) — (Nebenanlagen)	18 930 17 756 1 174
	b) Zweigeschos-																
21	Wohnhaus f. d. Vorsteher d. Gefängn. in **Koblenz**	Koblenz	98	99	Henderichs (*Koblenz*)	Im K.: wk, ba. „ I.: 3st, g.	107,8	107,8	10,47	2,77	E. = 3,60 I. = 3,60	0,70	—	1128,7	1 (wie vor)	12 000	15 452
	Desgl. für 2 Oberbeamte der Strafanstalt in **Sonnenburg**	Frankfurt a. O.	98	99	entw. bei der Reg., ausgef. von Mebus (*Drossen*)	Im K. wk. I. = E. „ D. st.	180,0 *108,2* *71,8*	108,2 *108,2* —	— *9,50* *9,64*	2,50	E. = 3,45 I. = 3,45	—	0,50	1763,8	2 (wie vor)	14 900	15 050

13b			14						15	16							17
bezw. der einzelnen (einschließlich der ausschließlich leitung) der Ausführung für 1			Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
			Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								
qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
199,6	12,7	6533,8	2485 (Kachelöfen)	157,6	530	132,5	1003	125,4	—	Bankette Kalkbruchst., sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau mit Verblend- u. Schrägsteinen sowie einzelnen Putzflächen	Kronendach	gewölbt	mit Ausnahme des Stabfußbodens wie bei m	massive Treppe wie bei m	—
222,4	14,2	5422,3	9260 (wie vor)	237,4	1933	77,3	4552	113,8	—	„	„	„	„	„	„	Kunststein, freitragend	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						

Nebengebäude und Nebenanlagen:
3 994 ℳ für den Eiskeller,
13 011 „ „ Geländeregelung,
100 658 „ „ Pflasterung,
3 031 „ „ Bekiesung,
9 432 „ „ Baumpflanzungen, Berasung usw.,
104 940 „ „ Umwehrungen: 853 m äußere, 310 m innere Umwehrungsmauer, 502 m Sockelmauer mit schmiedeeis. Gitter, einschl. der Tore und Pforten, 326 m Tiergartengitter,
13 060 „ „ Entwässerung,
15 419 „ „ die Gasleitung, } außerhalb der Gebäude,
16 919 „ „ „ Wasserleitung, }
4 784 „ „ den Brunnen,
10 826 „ „ Gleisanlagen,
90 000 „ als einmalige Abfindungssumme für den Anschluß an die Tegeler Rieselfeldanlage,
602 „ für Asch- und Müllkasten bei den Beamtenwohnhäusern,
79 989 „ „ Insgemein.

Strafanstalten gehörige Gebäude.

gebäude.

—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
71,9	11,8	—	—	—	—	—	196	98,0	—	Sandbruchsteine	Ziegel	Rohbau, Sohlbänke Sandstein	deutscher Schiefer	gewölbt	teils Zementestrich, teils Tonfliesen	Sandstein, freitragend, Podeste gewölbt, mit Tonfliesenbelag	Kosten zweier Heißwasser-Etagenbacköfen mit je 2 Backherden 7065 ℳ.
—	—	—	—	—	—	—	—	—			—	—	—				
195,8	12,7	—	2400 (Kachelöfen)	120,0	614	6,5	2595	185,4	10165 (7,0%)	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	wie vor	Rohbau, Sohlbänke Granit	Holzzement	im wesentlichen gewölbt, z. T. Balkendecken	Flure Asphalt-, Lagerräume Zementestrich auf Beton, Koch- und Waschküche Tonfliesen, Wohn- und Arbeitsräume kief. Dielung	Granit, freitragend, Podeste wie vor	Kosten der Bäckerei-, Koch- und Waschkuchen-Einrichtung bezw. 3189, 4216 und 4188 ℳ.
—	—	—	—	—	—	—	—										

Nebengebäude und Nebenanlagen:
1 928 ℳ für Errichtung und Abbruch einer Interimsküche,
287 „ „ die Bürgersteigregelung,
3 771 „ „ Pflasterung,
113 „ „ Kiesschüttung,
3 864 „ „ Umwehrungsmauern,
106 „ „ Errichtung und Abbruch einer provisor. Grenzmauer,
1 149 „ „ Entwässerung,
155 „ „ die Wasserleitung, } außerhalb des Gebäudes.
84 „ „ „ Gasleitung, }
273 „ „ „ Telephonanlage.

wohnhäuser.

Nr. 9b u. 12b, S. 92.)

siga Bauten.

58,2	9,4	4917,0	280 (Kachelöfen) 188 (Regulierfüllöfen)	136,8 86,6	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Rohbau	Kronendach	im wesentl. gewölbt, z. T. Balkendecken	K., Kochküchen, Flure, Abtritte und Ställe Ziegelpflaster, Waschküchen Zementestrich auf Beton, sonst kieferne Dielung	Holz	Der Bau ist ausschließlich von Gefangenen ausgeführt.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Wie vor.
52,0	9,5	4439,0	790 (eiserne Öfen)	160,0	—	—	—	—	—	Bankette Bruchst., sonst Ziegel	wie vor		Falzziegel	K. gewölbt, sonst Balkendecken	—	Holz	

sige Bauten.

143,3	13,7	—	— (alle Öfen)	—	—	—	107	35,7	—	Bruchsteine	Ziegel	Putzbau, Sockel Basaltlava, Tür- und Fenstereinfassungen Rohbau, Sohlbänke Sandstein	deutscher Schiefer	„	K. t. Zementestrich, t. Ziegelpflaster, Küche, Speisekammer u. Treppenflur Tonfliesen, sonst tannene Dielung	Holz	Die Arbeiten sind z. T. von Gefangenen ausgeführt. — Die nicht unerhebl. Überschreitung der Anschlagskosten ist durch die Verteuerung der Baustoffe während der Ausführ. entstanden.
83,6	8,5	7525,0	790 (Kachelöfen)	151,3	—	—	—	—	750 (5,0%)	Ziegel	„	Rohbau mit Putzflächen	Kronendach	„	K. flache Ziegelpflaster, Eingangsflur Tonfliesen, sonst kieferne Dielung	Holz	Der Bau ist ausschl. v. Gefangenen ausgef.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudet. v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für das ausgebaute Dachgeschoß usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 und 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 14 u. 18)
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
							Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften dienen nachstehende Abkürzungen: *ab* = Abtritt, *abf* = Abfertigung, *ad* = Amtsdiener, *afs* = Aufseher, *ak* = Akten, *ass* = Assistent, *az* = Amtszimmer, *bk* = Backofen, *br* = Brennmaterial, Holzstall, *bt* = Betsaal, *ds* = Dienstzimmer,									**XIV. Gebäude der** **A. Dienst-** **a) Eingeschos-**	
1	Steuergebäude am Fischereihafen in **Geestemünde**	Stade	96	98	—	Im D. w.	157,9 *17,1* *117,5* *23,3*	— — — —	— *9,55* *8,50* *4,55*	—	3,50	(1,80)	(0,60)	1268,1	—	29 800	26 226
2	Nebenzollamtsgebäude in **Klein-Prostken**	Gumbinnen	98		entw. v. Dannenberg, ausgef. v. Winkelmann *(Lyck)*	Im D.: st, l.? 2 ka.	219,0 *78,6* *114,8* *25,6*	78,6 *78,6* — —	— *6,16* *i. M.* *5,65* *4,30*	2,80	3,30 (2,60)	—	(0,45)	1231,4	—	20 550	17 161
3	Desgl. in **Springbiel**	Osnabrück	97	98	Borgmann *(Lingen-Meppen)*	Im D.: st, ka.	239,3 *43,5* *36,6* *159,2*	80,1 *43,5* *36,6* —	— *9,00* *5,60* *5,10*	2,10	3,50	—	0,10	1408,4	—	20 500	20 256
																b) Zweigeschos-	
4	Desgl. in **Neurhede**	"	98	99	"	Im I.: w, bt.	196,6 *82,2* *114,4*	82,2 *82,2* —	— *9,40* *8,40*	2,30	E. = 3,40 I. = 3,30	(0,50)	0,15	1733,6	—	29 000	26 340
5	Desgl. in **Sebelbau**	Breslau	97	98	Kruttge *(Glatz II)*	Im K.: wk, r. " E.: 1 = Kasse, 2 = Raum für konfiszierte Sachen. " D. 3 ka.	200,1 *191,2* *8,9*	191,2 *191,2* —	— *10,15* *6,8*	2,50	E. = 3,10 I. = 3,10	0,80	(0,40)	2001,2	—	27 880	27 311 (einschl. Abtrittsanbau)
																c) Dreigeschos-	
6	Steuerexpeditionsgebäude am Hafenkopfe in **Emmerich**	Düsseldorf	96	98	Hillenkamp *(Wesel)*	1 = Zimmer für den Postenführer. Im I.: okt, or. 4dz, ab. " II.: skt, 4dz, ak, ab.	251,7 *16,7* *224,6* *10,4*	241,3 *16,7* *224,6* —	— *15,80* *13,40* *9,50*	2,60	E. = 3,60 I. = 3,00 II. = 3,00	—	(0,10)	3376,5	—	46 560	48 813
																B. Dienst- **a) Eingeschos-**	
7	Grenzaufseher-Gehöfte in **Kostellitz** und	Oppeln	98	99	Biller bezw.	Im K.: wk, bk. " D.: 2st, 2ka. tk.	142,9	142,9	6,55	2,40	3,15	—	1,00	936,0	2 (Wohnungen)	14 800	14 012
8	**Gr.-Borek**				Meyer *(Kreuzburg O/S.)*		142,9	142,9	6,55					936,0	2 (wie vor)	15 200	14 5*3
9	Dienstwohngebäude für den Obergrenzkontrolleur in **Gronau**	Münster	98	99	ausgef. v. Schultz *(Recklinghausen)*	1 = tk. Im D.: st, ka.	181,3 *39,4* *108,7* *24,6* *8,6*	39,4 *39,4* — — —	— *7,15* *6,10* *4,13* *3,50*	2,25 *Wohngebäude.* *Stall- und Wirtschaftsgebäude.*	3,50	(0,80)	(0,15)	1076,5	1 (wie vor)	13 198	13 198
10	Grenzaufseher-Gehöft in **Neuhof**	Marienwerder	98	99	Bucher *(Strasburg W/Pr.)*		175,7 *60,4* *115,3*	60,4 *60,4* —	— *7,80* *6,30*	2,50	3,30	1,30	—	1197,5	2 (wie vor)	18 800	16 565
11	Desgl. in **Bobischau**	Breslau	97	98	Kruttge *(Glatz II)*	Im K.: wk, bk. " D. 2st.	189,4	189,4	6,55	2,50	3,30	—	0,75	1240,6	2 (wie vor)	22 700	21 936

Steuerverwaltung.

f = Flur, fk = Futterkammer, k = Küche, kn = Kammer, ks = Kasse, okt = Oberkontrolleur, or = Oberrevisor, pd = Pferdestall, r = Rollkammer, rk = Räucherkammer, rr = Ruhezimmer, s = Speisekammer, skt = Stationskontrolleur, st = Stube, stl = Stall, vr = Vorräte, w = Wohnung, wch = Wachtstube, wg = Wiegeraum, wk = Waschküche.

14 Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der Heizungsanlage, ausschl. der Bauleitung) im ganzen ℳ	14 für 1 qm ℳ	14 für 1 cbm ℳ	14 für 1 Nutzeinheit ℳ	15 Kosten der Heizungsanlage im ganzen ℳ	15 für 100 cbm beheizten Raumes ℳ	16 Kosten der Bauleitung ℳ	17 Baustoffe und Herstellungsart der Grundmauern	17 Mauern	17 Ansichten	17 Dächer	17 Decken	18 Kosten der Nebengebäude ℳ	18 Nebenanlagen: Einebnung, Pflasterung usw. ℳ	18 Umwehrungen ℳ	18 Brunnen ℳ	19 Bemerkungen
gebäude.																
sige Bauten.																
20 034	126,9	15,8	—	246 (Regulierfüllöfen)	52,0	—	Ziegelmauerwerk, Bankette m. Eiseneinlagen	Ziegel	Rohbau	engl. Schiefer auf Schalung, Wiegeraum Doppelpappdach	U. des Treppenraumes gewölbt, sonst Balkendecken	—	633 240 (Flaggenmast)	753 4516 (eisernes Zollgitter)	50 (Wasserleitung)	Der Fußboden im Erdgeschoß des Hauptgebäudes liegt sturmflutfrei 2 m über dem Gelände. 1 Dienstwohnung.
14 962	68,4	12,2	—	718 (Kachel- und Regulierfüllöfen)	179,4	—	Feldsteine	"	"	Pfannen auf Schalung, Wieger. Pappe	K. gewölbt, sonst Balkendecken	1659 (Stallgebäude) 232 (Umbau des Abtritts)	268	—	—	1 Dienstwohnung.
14 137	59,1	10,0	—	314 (Germanenöfen)	92,4	518 (2,6 %)	Ziegel	"	Rohbau, Sohlbänke Sandstein	Doppelfalzziegel	"	4250 (Stall- und Wirtschaftsgebäude-Anbauten)	1869	—	—	2 Dienstwohnungen.
sige Bauten.																
19 488	99,1	11,2	—	747 (irische Öfen, Koch- und Waschherde)	—	—	"	"	"	"	"	3199 (wie vor) 1589 (Stallgebäude)	1222	616	295	3 Dienstwohnungen.
23 386	116,9	11,7	—	696 (Kachel- und eiserne Öfen)	105,0	—	Sandbruchsteine	E. Ziegel, I. u. D. Ziegelfachwerk	K. (U.) hammerr. bearb. Bruchst., E. Putzbau, sonst verschalt. Ziegelfachwerk	Hilgersche Eisenblechpfannen auf Schalung	"	534 (Stallgebäude)	2447	417	527 (5,7 m)	Wie vor. Der Abtrittsanbau ist in Sp. 7 u. 11 unberücksichtigt geblieben.
sige Bauten.																
41 799 2 429 (Künstliche Gründung) 761 (Beleuchtungskörper)	166,1	12,4	—	860 (Regulierfüllöfen)	66,1	3503 (7,2 %)	Ziegel		Putzbau, Gebäudeecken, Tür- und Fenstereinfassungen Rohbau mit Verblendsteinen, Hauptgesims, Sohlbänke und Abdeckungen Sandstein, Sockelges. Basaltlava	Falzziegel	K., Flure u. Kassenr. gew., Treppenh. Betonkappen, sonst Balkendecken	785 (Anbau der Wiegehalle)	1954	1035	50 (Wasserleitung)	Künstliche Gründung auf Kiesschüttung. — Haupttreppe Basaltlava, freitragend.
wohngebäude.																
sige Bauten.																
10 580	74,0	11,3	5290,0	314 *)	97,8	—	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau	Kronendach	K. und Räucherkammer gew., sonst Balkendecken	1675 (Stallgeb. u. Abtritt)	1184		603	—
10 955	76,7	11,7	5477,5	340	105,0	—	"	"	"	"	"	1341 (wie vor)	2009		278	—
12 147	67,0	11,3	—	295 (Regulierfüllöfen)	110,7	—	Ziegel	"	Rohbau, Sockel, Gebäudeecken, Tür- und Fenstereinfassungen des Wohngeb. geputzt	Pfannen-, z. T. Doppelpappdach	K. gew., sonst Balkendecken	—	650	361	40	—
12 480	71,0	10,4	6240,0	480	195,3	—	Feldsteine	"	Rohbau	Pappe	"	2327 (Stallgeb. u. Abtritt)	813	529	416 (7,0 m)	—
16 104 53 (Abbruchsarbeiten)	85,0	13,0	8052,0	480	121,2	—	Bruchsteine, Innenwände Ziegel	"	Putzbau, Sockel hammerr. bearb. Bruchst., Tür- und Fenstereinfass. Ziegelrohbau	Hilgersche Eisenblechpfannen auf Schalung	"	1868 (wie vor)	545	307	59 (Wasserleitung)	Im Stallgebäude 2 Pferdestände.

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für das ausgebaute Dachgeschoß usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 14 u. 15)
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
12	Grenzaufseher-Gehöfte in **Raduchow**	Posen	98		Dahms (*Ostrowo*)	Im D.: 3 st, rk.	218,4 *58,3* *160,1*	58,3 *58,3* —	— *6,25* *4,95*	2,40	3,15	—	0,70	1156,9	3 (Wohnungen)	20 190	20 566
13	und **Wyszanow**	Posen	98		Dahms (*Ostrowo*)	Im D.: 3 st, rk.	218,4 *58,3* *160,1*	58,3 *58,3* —	— *6,25* *4,95*	2,40	3,15	—	0,70	1156,9	3 (wie vor)	22 580	22 217
																b) Teilweise zwei-	
14	Grenzaufseher-Wohnhaus in **Neu-Dersum**	Osnabrück	97	98	Borgmann (*Lingen-Meppen*)	Im I. 2 st.	197,3 *45,8* *72,6* *78,9*	72,6 — *72,6* —	— *7,70* *6,00* *4,30*	2,30	E. = 3,50 I. = 3,00	—	(0,30)	1174,9	2 (wie vor)	20 500	20 435
																c) Zweigeschos-	
15	Desgl. in **Krummhübel**	Liegnitz	98	99	Jungfer (*Hirschberg*)	Im K.: wk, r. I. = E.	123,8	123,8	10,20	2,80	E = 3,30 I. = 3,30	0,50	0,10	1262,8	2 (wie vor)	19 000	20 321
16	Desgl. in **Brückenberg**	"	98	99	"	Im K.: wk, r. " E. I = ge. I. = E.	140,2 *134,6* *5,6*	140,2 *134,6* *5,6*	— *10,15* *6,19*	2,80	E. = 3,30 I. = 3,30	0,50	(0,10)	1400,4	2 (wie vor)	22 200	23 522
17	Grenzaufseher-Gehöft in **Skalmierzyce**	Posen	97	98	Dahms (*Ostrowo*)	I. = E. Im D. 2 rk.	211,0	211,0	8,40	2,25	E. = 3,10 I. = 3,14	—	0,10	1812,5	4 (wie vor)	25 800	23 393

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften dienen nachstehende Abkürzungen:

ab = Abtritt,
ak = Akten,
akk = Akkumulatorenraum,
ar = Archiv,
az = Arbeits-, Amtszimmer, Bureau,
bi = Bauinspektor,
biw = Bauinspektorwohnung,
br = Brennmaterial, Holzstall,
dz = Dienstzimmer,
f = Flur,

XVIII. Hochbauten aus dem Gebiete

A. Dienstgebäude

1	2	3	4		5	6	7		8	9a	9b	9c	10	11	12	13	
1	Lotsenwachthaus in **Kolbergermünde**	Köslin	97	98	Harms (*K.-B.-I. Belgard*)	Im I.: gemeinschaftl. Zimmer für d. wachhabend. Lotsen u. einen Leuchtfeuerwärter sowie Kleiderablage für die Lotsen; im D Raum für Molenlampen.	70,8 *9,0* *60,2* *1,6*	— — — —	— *16,10* *9,15* *3,50*	—	E. = 3,42 I. = 3,23	—	(0,50)	701,3	—	11 670	11 918
2	Bureaugebäude auf der Kgl. Werft in **Stralsund**	Stralsund	99		Tincauzer (*Stralsund-Ost*)	Im K. wk, " E. 1 u. 2 = Zimmer für Materialienverwalter u. Schiffsführer bezw. für die Krankenkasse. Im I.: bi, rbm, sr (2), th (Werftverwalter).	168,8 *5,8* *72,3* *3,4* *87,3*	81,5 *5,8* *72,3* *3,4* —	— *11,40* *10,55* *5,70* *9,13*	2,60	E. = 3,80 I. = 3,80	—	(0,15)	1645,3	—	19 700	19 699
3	Dienstgebäude der Hafenbauinspektion in **Kolbergermünde**	Köslin	98	99	Harms (*K.-B.-I. Belgard*)	I. = biw. Im D.: st. ka. g. ak.	257,7	257,7	11,40	2,50	E. = 3,60 I. = 3,60	0,90	0,90	2937,8	—	38 960	43 998
																B. Dienst- a) Arbeiterwohn-	
4	2 Hafenarbeiter-Wohnhäuser (zusammen) für je 6 Familien in **Ruhrort**	Düsseldorf	98		entw. v. Kirch, ausgef. v. Stelkens (*Ruhrort*)	I. u. II. = E. Im D. 6 ka.	285,8 *269,2* *16,6*	285,8 *269,2* *16,6*	— *13,89* *9,70*	2,35	E. = 3,30 I. = 3,30 II. = 3,20	1,54	(0,10)	3900,2	12 (Wohnungen)	49 000	43 904

14				15		16	17					18				19
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der					Kosten der				Bemerkungen
des Hauptgebäudes (einschl. der Heizungsanlage, ausschl. der Bauleitung)				der Heizungsanlage		der Bauleitung						Nebengebäude	Nebenanlagen			
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken		Einebnung, Pflasterung usw.	Umwehrungen	Brunnen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ						ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
15 694	71,9	13,6	5231,3	570 *)	133,6	—	Feldsteine, Innenwände Ziegel	Ziegel	Rohbau	Kronendach	K. und Räucherkammer gewölbt, sonst Balkendecken	3235 (Stallgebäude und Abtritt)	339	934	364 (5,0 m)	—
16 157	74,0	14,0	5385,7	615	144,1	—						3340 (wie vor)	662	1258	800 (11,5 m)	—
geschossige Bauten.																
14 951	75,6	12,7	7475,5	204 (irische Öfen)	87,0	—	Ziegel	"	Rohbau, l. z. T. m. Schieferbekleidung, Sohlbänke Sandstein	Doppelfalzziegel	"	3057 (Stalleinbauten) 1081 (Waschküchengeb.)	172	139	132	—
sige Bauten.																
18 747	151,4	14,8	9373,5	468	125,4	—	Bruchsteine	"	Putzbau, Sockel hammerr. bearb. Bruchsteine	deutscher Schiefer	"	—	1250	—	324 (Quellwasserleitung)	—
22 083	157,8	15,8	11041,5	486	126,6	—	"	"	"	"	"	—	1268	—	171 (wie vor)	—
19 446	92,2	10,7	4861,5	528	100,4	—	Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	"	Rohbau	Kronendach	"	2250 (Stallgeb.) 763 (2 Abtritte)	—	440	494 (7,0 m)	—

fr = Fremdenzimmer, *g* = Gesinde-, Mädchenstube, *gb* = Güterboden, *gr* = Geräte, *k* = Küche, *ka* = Kammer, *kh* = Kesselhaus, *ko* = Kontor, *l* = Lotse, *lg* = Lagerraum, *ma* = Maschinenraum, *mg* = Magazin, *ol* = Oberlotse, *p* = Pissoir, *pfw* = Pförtnerwohnung, *pkr* = Packraum, *r* = Rollkammer, *rbm* = Regierungsbaumstr., *rk* = Räucherkammer, *s* = Speisekammer, *sr* = Schreiber, Sekretär, *st* = Stube, *tb* = techn. Bureau, *v* = Vorraum, *vbg* = Verbindungsgang, *wk* = Waschküche, *wrk* = Werkstatt.

der Wasserbauverwaltung.)**

(zweigeschossig).

10 441	147,5	14,9	—	100	98,2	—	Bankette Beton, sonst Ziegel	Ziegelfachwerk, an den Innens. im wesentl. m. Gipsdielen bekleidet	geputztes Ziegelfachwerk, Sockel Ziegelrohb.	im wesentl. deutscher Schiefer	Balkendecken	—	1472			Höhe des Turmes vom Gelände bis zum Knauf = 20,25 m.
19 699	116,7	12,0	—	912	134,0	—	wie vor	Ziegel	Rohbau	Falzziegel	K. gewölbt, sonst Balkendecken	—	—	—	—	—
10 862 1 455 (Veranda) 54 (Beleucht.-Körper)	158,6	13,9	—	1393	148,6	1407 (3,2 %)	Ziegelmauerwerk, Bankette m. Eiseneinlagen	"	Rohbau mit Verblendsteinen	Kronendach	"	—	1361	202	64 (Wasserleitung)	Im Keller flachseitiges Ziegelpflaster auf 15 cm starker Betonunterlage. Wohnung für den Hafenbauinspektor.
wohngebäude.																
häuser (dreigeschossig).																
43 103	150,8	11,1	3591,9	—	—	—	Bankette Beton, sonst Ziegel	"	Rohbau, Sohlbänke Sandstein	Doppelpappdach	"	—	801 (Entwässerung)	—	—	—

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.
**) Der Raumersparnis wegen folgt hier Tabelle XVIII unmittelbar nach Tabelle XIV.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für das ausgebaute Dachgeschoß usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 14 u. 15)
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
															b) Dienstwohngebäude für		
															1. Eingeschos-		
5	Strommeister-Wohnhaus in **Mödlich**	Magdeburg (Elbstrom-Bauverwaltung)	98		entw. bei d. Elbstrom-Bauverw., ausgef. von Fischer *(Wittenberge)*	Im D.: st. ka.	100,5 *33,5* *76,3*	33,5 *33,5* —	— *6,30* *6,80*	2,30	3,25	1,00	0,55	750,0	1 (Wohnung)	10 500	10 223
6	Leuchtfeuerwärter-Wohnhaus auf der **Greifswalder Oie**	Stralsund	98		Tincauzer *(Stralsund-Ost)*	1 u. 2 = Hühner- bezw. Schweinestall.	114,2 *17,7* *96,5*	17,7 *17,7* —	— *7,98* *6,68*	2,48	3,30	2,20	—	785,9	1 (wie vor)	19 408	17 107
7	Strommeister-Gehöfte bei **Kunkemühle**						115,5	115,5	7,84					847,8	1 (wie vor)	17 000	15 122
	und	Münster (Dortm.-Ems-Kanal-Verwaltung)	98	99	Schulte *(Münster)*	Im K.: wk, rk. „ D.: 2 st, 2 ka.				2,22	3,35	0,73	1,20				
8	**Henrichenburg**						115,5	115,5	7,34					847,8	1 (wie vor)	19 200	16 902
9	Hafenbauaufseher-Wohnhaus auf **Norderney**	Aurich	98	99	Pause *(Norden)*	Im D. st.	128,0 *69,1* *53,6* *5,3*	69,1 *69,1* — —	— *6,85* *6,15* *5,38*	2,80	3,30	—	(0,75)	831,5	1 (wie vor)	14 000	13 870
10	Schleusenmeister-Gehöfte der Netze-Stauanlagen bei **Dratzig**						143,0	143,0	7,14					1021,0	1 (wie vor)	26 650	22 906
	und	Bromberg	96	98	entw. bei der Regierung, ausgef. von Sievers u. Strunge *(Czarnikau)*	Im K.: wk, ge. „ D.: st. 2 ka. rk.				2,51	3,31	0,30	0,55				
11	**Noven**						143,0	143,0	7,14					1021,0	1 (wie vor)	23 700	20 375
12	Lotsenwohnhaus nebst Stallanbauten in **Barhöft**	Stralsund	97	98	Tincauzer *(Stralsund-Ost)*	Mitte	247,2 *83,1* *102,7* *61,4*	83,1 *83,1* — —	— *7,72* *i. M. 6,26* *i. M. 6,37*	2,42 Wohnhaus Stallanbauten.	3,34 (2,81)	1,85 (2,50)	—	1675,6	2 (wie vor)	21 597	21 393
															2. Teilweise zwei-		
13	Schleusenmeister-Gehöft am zweiten Schiffahrtswege bei **Rathenow**	Potsdam	98	99	entw. von Schuke, ausgef. von Holmgren *(Rathenow)*	1 = Zimmer für Schleusenwärter. 1. = w.	151,9 *110,2* *44,7*	154,9 *110,2* *44,7*	— *10,80* *7,00*	2,00	E. = 3,40 (I. = 3,40)	1,40 (1,00)	—	1503,1	2 (wie vor)	21 000	20 994
															3. Zweigeschos-		
14	Deichvogt-Gehöft in **Neuhaus a. d. E.**	Lüneburg	97	98	Zeuner *(Harburg)*	Im I.: 2 st, 2 ka.	116,0 *67,4* *48,6*	67,4 *67,4* —	— *8,70* *8,40*	2,20	E. = 3,40 I. = 3,30	—	—	1008,1	1 (wie vor)	19 900	16 198
															4. Dreigeschos-		
15	Beamtenwohnhaus für 3 Familien am Hafen in **Ruhrort**	Düsseldorf	98		entw. von Kirch, ausgef. von Stelkens *(Ruhrort)*	I. u. II. = E. Im D. wk	92,6	92,6	15,15	2,60	E. = 4,00 I. = 3,50 II. = 3,50	1,55	—	1402,9	3 (wie vor)	20 000	18 848
16	Desgl. für 6 Familien am Hafen in **Ruhrort**	„	98		„	Im K. 2 wk. — I. u. II. = E.	241,2 *233,2* *8,0*	241,2 *233,2* *8,0*	— *14,60* *13,70*	2,70	E. = 3,60 I. = 3,60 II. = 3,40	1,10	(0,30)	3514,3	6 (wie vor)	42 000	37 227

14				15		16	17					18				19
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der					Kosten der				Bemerkungen
des Hauptgebäudes (einschl. der Heizungsanlage, ausschl. der Bauleitung)				der Heizungsanlage		der Bauleitung						Nebengebäude	Nebenanlagen			
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken		Einfriedung, Pflasterung usw.	Umwehrungen	Brunnen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ						ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
Unter- und mittlere Beamte.																
sige Bauten.																
10 223	93,1	13,6	—	310 *)	161,5	—	Bankette Kalkbruchsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau, Sohlbänke Sandstein	glasierte Falzziegel	K. gewölbt, sonst Balkendecken	—	—	—	—	—
9 089	79,6	11,6	—	190 (Kachelöfen) 120 (Regulierfüllöfen)	179,5 167,8	—	Feldsteine, Innenwände z. T. Ziegel	„	Rohbau	Holzzement	„	4169 (Stallanbauten)		3849		Die beiden Dienstzimmer dienen als Unterkunftsräume für vorübergehend auf der Insel anwesende Baubeamte. — Der linksseitige Stallanbau wird von den beiden anderen Wärtern benutzt.
11 165	96,7	13,2	—	— (alte Öfen)	—	—	Ziegel	„	Rohbau mit Verblendsteinen, Sohlbänke Sandstein	Pfannen auf Lattung	„	3327 (Stallgebäude)	630		—	—
12 650	109,5	14,9	—									3934 (wie vor)	318		—	—
12 428	97,1	14,9	—	195 (Regulierfüllöfen)	98,7	—	„	„	Rohbau	„	„	—	529	293	620 (Ent- u. Bewässerung)	Die Veranda ist in Spalte 7 nur mit der halben Grundfläche in Ansatz gebracht.
13 339 3 240 (künstl. Gründung)	93,8	13,1	—	519	193,1	—	Feldsteine und Ziegel	„	„	Kronendach	K. u. Räucherkammer gew., sonst Balkendecken	3784 (Stallgeb.) 1765 (künstl. Gründung)	—	405	373	Künstliche Gründung auf Sandschüttung.
14 277 641 (wie vor)	99,8	14,0	—	406	151,0	—						4014 620 (bezw. wie vor)	—	590	233	
20 130	82,7	12,2	—	400	177,3	1403 (6,6 %)	Feldsteine, Innenwände Ziegel	„	„	Holzzement	K. gewölbt, sonst Balkendecken	—		963		
geschossige Bauten.																
16 748	108,1	11,1	8374,0	600	181,6	—	Ziegel	„	Rohbau mit Verblend- u. Formsteinen	deutscher Schiefer	„	2665 (Stallgebäude)	1429		152	2 Dienstwohnungen für Schleusenmeister.
sige Bauten.																
10 426	89,9	10,8	—	330	119,0	—	„	„	Rohbau	Pfannen auf Lattung	„	3481 (wie vor)	1179	880	232	—
sige Bauten.																
17 806 1 042 (künstl. Gründung)	192,3	12,7	5935,8	140 (3 aus Baufonds beschaffte Regulierfüllöfen)	79,2	—	Beton	„	Putzbau	Doppelpappdach	„	—	—	—	—	Künstliche Gründung auf 80 cm starker Betonplatte. Wohnungen für 2 Brückenaufseher und 1 Hafenpolizei-Sergeanten.
36 813	152,7	10,5	6140,5	350 (wie vor)	71,7	—	Ziegel	„	„	deutscher Schiefer	„	—	384 (Entwässerung)	—	—	Wohnungen für 3 Brückenaufseher und 3 Hafenwächter.

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für das ausgebaute Dachgeschoß usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 14 u. 15)
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
																C. Maschinen-	
17	Kesselhaus der Dampfheizungsanlage für die Fischhallen am Fischereihafen in **Geestemünde**	Stade	98		entw. v. Hoebel, ausgef. v. Graevell (R.-B. Schubert) *(Geestemünde)*	E. = kb, br.	130,8	—	7,45	—	4,55	—	1,10 *(für den Schornstein)*	974,5	—	38 800	42 780
18	Elektrisches Kraftwerk am Binnenhafen in **Emden**	Aurich	98	99	Stosch u. Schulze (R.-B. Hessler) *(Emden)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	304 500	255 243
	a) Maschinen- u. Kesselhaus						467,6	—	6,47	—	5,15	—	—	3025,4	—	—	—
	a₁) Künstliche Gründung						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	b) Schornstein						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	b₁) Künstliche Gründung						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	c) Akkumulatorenhaus						92,6	—	5,94	—	E. = 2,60 I. = 2,52	—	—	550,0	—	—	—
	c₁) Künstliche Gründung				—	1 = Schaltbrett. I. des Akkumulatorenhauses Akkumulatorenraum.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	d) Verbindungsgang (einschl. d. künstl. Gründung)				—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	e) Maschinelle Einrichtung, Akkumulatoren usw.				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	f) Beleuchtungskörper				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																D. Schup-	
19	Materialien-Magazin auf der Kgl. Werft in **Stralsund**	Stralsund	99		Tincauzer *(Stralsund-Ost)*	1 = Abnahme- u. Ausgaberaum. D. = lg.	153,6 *106,0* *34,0* *13,6*	— — — —	— *6,65* *4,75* *3,75*	—	3,50 (2,50)	2,00	—	917,4	180 *(qm nutzbare Lagerfläche)*	12 600	12 510
20	Geräteschuppen auf der Kgl. Werft in **Gr.-Plehnendorf**	Danzig (Weichselstrom-Bauverwaltung)	98	99	entw. bei d. Weichselstrom-Bauverw., ausgef. v. Martschinowski *(Danzig)*	E. und D. = lg.	661,0	—	5,90	—	3,50	1,50	—	3899,9	1196 *(wie vor)*	20 000	18 589
21	Güterschuppen auf dem Zungenkai des Binnenhafens in **Emden**	Aurich	98	99	Stosch u. Schulze (R.-B. Hessler u. Kranz) *(Emden)*	E. = gb.	1702,3 *(1214,0) (einschl. der Ladebühne)*	—	9,87	—	7,50	—	—	16801,7	1642 *(qm nutzbare Güterbodenfläche)*	— *(ohne Anschlag)*	151 197
22	Zweite Fischhalle am Fischereihafen in **Geestemünde**	Stade	97	98	entw. v. Hoebel, ausgef. v. Graevell (R.-B. Schubert) *(Geestemünde)*	Mitte. 1 = Eisraum. Im D.: 12 ko, lg. 11 ab.	2719,3	—	i. M. 7,40	—	i. M. 3,50	2,65	—	20122,8	rund 4470 *(qm nutzbare Lagerfläche)*	(288 000) *(ausschl. der Heizungsanlage)*	166 095

14				15		16	17					18				19
Kosten							Baustoffe und Herstellungsart der					Kosten der				Bemerkungen
des Hauptgebäudes (einschl. der Heizungsanlage, ausschl. der Bauleitung)				der Heizungsanlage		der Bauleitung						Nebengebäude	Nebenanlagen			
im ganzen	für 1			im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken		Einebnung, Pflasterung usw.	Umwehrungen	Brunnen	
	qm	cbm	Nutzeinheit													
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ						ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
und Kesselhäuser.																
11 310 29 207 (Heizungsanlage) 310 (innere Einrichtung) 54 (Beleuchtungskörper)	86,5	11,6	—	—	—	—	Beton mit Eiseneinlagen	Ziegel	Rohbau	Doppelpappdach auf Betondecke	Betondecke	—	1 128 387 (Schlackenbunse) 340 (Ladebühne)	787	122 (Wasserleitung)	Höhe des Schornsteins über dem Gelände = 20,8 m. Dachverband eiserne Quer- und Längsträger. Fußboden des Kesselraumes doppelte Ziegelflachschicht in Zementmörtel, sonst hochkantiges Ziegelpflast.
245 313	—	—	—	—	—	5105 (2,0%)	—	—	—	—	—	426 (Abtritt)	917 (Pflasterungen) 3 838 (Uferbefestigung) 2 016 (Landungsstege) 780 (Kohlentransportbrücke) 949 (Kohlengleis)	1004	—	—
22 651	48,4	7,5	—	—	—		Ziegel	Hauptgebäude Ziegel, Verbindungsgang Ziegelfachwerk	Rohbau bezw. gefugtes Ziegelfachwerk	Doppelpappdach	E. des Akkumulatorenhauses gewölbt, sonst sichtbarer Dachverband					Künstl. Gründung des Maschinen- und Kesselhauses auf Pfahlrost, des Schornsteins auf 1,6 m starker Betonplatte und Pfählen, des Akkumulatorenhauses und des Verbindungsganges auf Sandschüttung. Dachverband: Sparren auf freitragenden eisernen Pfetten. Fußboden im Maschinenraum Mettlacher Fliesen, im Akkumulatorenhause Asphalt, durchweg auf hochkantigem Ziegelpflaster, im Kesselraum nur letzteres. Hohe des Schornsteins über dem Gelände = 35,45 m.
3 604	—	—	—													
9 040	—	—	—													
7 385	—	—	—													
7 972	86,1	14,5	—	— (1 Regulierfüllofen)	—	—										
550	—	—	—													
1 130	—	—	—													
189 394	—	—	—													
1587	—	—	—													
pen usw.																
9 223 2 262 (innere Einrichtung)	60,0	10,1	51,2	—	—	—	Bankette Beton, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau	"	t. Balkendecken, t. sichtbarer Dachverband	—	1 025 (Pflasterungen)	—	—	Fußboden des E. im wesentl. Beton, z. T. Kopfsteinpflaster. — Kosten der Petroleumtanks 1532 ℳ.
18 239	27,6	4,7	15,3	—	—	—	"	Fachwerk	Bretterbekleidung	"	Balkendecken	—	350 (wie vor)	—	—	Hölzerner Dachverband auf Stielen. Fußboden kieferne Dielung.
121 093 (einschl. d. Ladebühne) 19 773 (künstl. Gründung) 1 490 (innere Einrichtung) 1 047 (Beleuchtungskörper)	71,1	7,2	73,7	—	—	3780 (2,5%)	"	ausgemauertes Eisenfachwerk im Anschluß an das aus den Bindern bestehende Gerippe	gefugtes Eisenfachwerk	"	sichtbarer Dachverband	1754 (Abtritt)	6 010 (Leitung f. d. elektrische Beleuchtung, vom Kraftwerk bis zum Schuppen)	—	—	Künstliche Gründung auf Pfahlrost — Binder eiserne Dreigelenkträger. Über dem größeren Teile des Schuppens durchgehendes Oberlicht. Fußboden kieferne Bohlen. Wellblech-Schiebetore. Die 2,5 m breite Ladebühne ist um den ganzen Schuppen herumgeführt.
151 215 (ausschl. d. Heizungsanlage) 246 (Beleuchtungskörper)	55,6	7,6	(33,8)	— (vgl. Nr. 17 dieser Tabelle)	—	—	Bankette Beton mit Eiseneinlagen, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau	"	Balkendecken	—	3 056 10 986 (Leitung f. d. elektrische Beleuchtung wie vor)	—	592 (Wasserleitung)	Hölzerner Dachverband auf Stielen. Oberlichte mit Lichtschächten bis zum Erdgeschoß. Fußboden in letzterem doppelte Ziegelflachschicht in Zementmörtel. Isolierung der Eisräume durch Fachwerkwände und Decken mit Torfmullfüllung. In den Anschlagskosten sind die der nicht ausgeführten künstlichen Gründung und später besonders veranschlagten Gleisanlagen enthalten.

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften dienen nachstehende Abkürzungen:
ab = Abtritt, az = Arbeits-, Amtszimmer, Bureau, bk = Backofen, br = Brennmaterial, Holzstall, f = Flur, Gang, fk = Futterkammer, fv = Federviehstall,

XV. Forsthaus-

A. Ober-

a) Eingeschos-

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß*) des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für das ausgebaute Dachgeschoß usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Gesamtkosten der Bauanlage nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 12 und 13)
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm	ℳ	ℳ
1	Oberförstereien: **Langenschwalbach**	Wiesbaden	98	99	entw. von Schiele, ausgef. von Hesse (*Langenschwalbach*)	Im U. bezw. K.: az (2), g, wk, ab. „ D.: 2 st, ka, ab.	231,5 *90,5* *141,0* —	144,5 — *141,0* *3,5*	— *i. M. 11,10* *i. M. 9,10* *3,58*	3,00	U. = 3,00 E. = 3,60	1,00	(0,75)	2300,2	30 000	33 460
2	**Wilhelmswalde**	Danzig	99		Nolte (*Pr.-Stargard*)	Im D. st.	232,6	(120,1)	4,05	—	3,50	—	0,40	944,4	12 800	12 730
3	**Büllingen**	Aachen	98	99	Marcuse (*Montjoie*)	Im K.: g (2), wk, r. „ D. 4 st.	252,8	252,9	8,50	2,72	3,60	1,00	1,30	2144,6	42 400	42 400
4	**Kassel b. Gelnhausen**	Kassel	97	98	Bornmüller (*Gelnhausen*)	Im wesentlichen wie vor.	253,1 *253,1* —	261,7 *253,1* *8,6*	— *8,30* *2,70*	2,70	3,60	0,80	(1,20)	2124,0	34 765	37 125
5	**Hahn**	Wiesbaden	96	98	Schiele u. Hesse (*Langenschwalbach*)	„	265,7	265,7	8,48	2,70	3,60	1,00	1,30	2253,1	36 900	37 425
6	**Neubrau**	Marienwerder	98	99	Klemm (*Schlochau*)	„	265,7 *265,7* —	268,9 *265,7* *3,2*	— *8,48* *2,70*	2,70	3,60	1,00	(1,20)	2261,8	47 730	45 762
7	**Garlstorf**	Lüneburg	97	98	Zeuner (*Harburg*)	„	267,9	267,9	8,65	2,70	3,60	1,30	1,15	2317,3	45 520	42 611
8	**Poggendorf**	Stralsund	98	99	Schmidt (*Greifswald*)	„	273,0 *265,7* *7,3*	265,7 *265,7* —	— *8,48* *6,30*	2,70	3,60	1,00	(1,35)	2290,1	53 160	56 648
9	**Schweinitz**	Magdeburg	98	99	Zorn (*Magdeburg II*)	Im K.: g (2), wk, pl (1), ml, rk. „ D.: 4 st, 3 ka.	265,7 *265,7* —	268,9 *265,7* *3,2*	— *8,48* *2,70*	2,70	3,60	0,90	(1,40)	2248,5	30 270	26 750
10	**Cladow**	Frankfurt a. d. O.	98	99	Andreae (*Landsberg a. d. W.*)	Im wesentlichen wie vor.	265,7 *265,7* —	273,0 *265,7* *7,3*	— *8,48* *2,70*	2,70	3,60	1,00	(1,30)	2272,8	36 880	37 164
11	**Gnewau**	Danzig	98	99	Spittel (*Neustadt W. Pr.*)	„	272,2 *265,3* — *6,9*	268,5 *265,3* *3,2* —	— *8,48* *2,70* *5,30*	2,70	3,60	1,00	(1,30)	2295,0	43 220	44 288
12	**Mühlenbeck**	Stettin	98	99	Siegling (*Greifenhagen*)	„	274,9 *266,6* — *8,3*	269,8 *266,6* *3,2* —	— *8,53* *2,70* *5,50*	2,70	3,60	1,00	(1,35)	2328,3	28 000	26 580
															b) Zweigeschos-	
13	**Clausthal**	Hildesheim	96	98	Ruhlmann (*Zellerfeld*)	Im K.: wk (bk), pl (r), rk. „ I.: 5 st, ab. „ D.: st, g, 2 ka.	173,7	173,7	10,99	2,60	E. = 3,60 I. = 3,30	0,50	1,10	1909,0	37 300	34 978
14	**Weenzen**	„	97	98	Hensel (*Hildesheim II*)	Wie vor.	173,7	173,7	10,50	2,60	E. = 3,60 I. = 3,30	0,50	1,10	1909,0	29 000	28 753

*) Die Grundrisse zu Nr. 3 bis 14 entsprechen im wesentlichen den Musterentwürfen.

bauten.

förstereien.

sige Bauten.

g = Gesinde-, Mädchenstube, *k* = Küche, *ka* = Kammer, *ml* = Milchkeller, *pl* = Plättstube, *r* = Rollkammer, *rk* = Räucherkammer, *rr* = Rindviehstall, *s* = Speisekammer, *sn* = Schweinestall, *st* = Stube, *te* = Tenne, *v* = Vorraum, *wk* = Waschküche.

13			14		15					16				17
Kosten					Baustoffe und Herstellungsart der					Kosten der				Bemerkungen
des Hauptgebäudes (einschl. der Heizungsanlage)			der Heizungsanlage							Nebengebäude	Nebenanlagen			
im ganzen ℳ	für 1 qm ℳ	für 1 cbm ℳ	im ganzen ℳ	für 100 cbm beheizten Raumes ℳ	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	ℳ	Einebnung, Pflasterung usw. ℳ	Umwehrungen ℳ	Brunnen ℳ	
förstereien.														
27 800	120,1	12,1	977 (*Kachel- und eiserne Öfen*)	133,2	Bruchsteine, Innenwände Ziegel	Ziegel	Putzbau, Einfassungen Rohbau mit Verblendst., Sockel hammerr. bearb. Bruchst., Sohlbänke Sandst.	deutscher Schiefer	K. gewölbt, sonst Balkendecken	—	2000 2574 (*Futtermauern*)	1086	—	—
12 513 (*Anbau*) 217 (*Abbrucharbeiten*)	53,8	13,2	653 *)	130,2	—	„	Rohbau	Pfannen auf Schalung	Balkendecken	—	—	—	—	Die bei dem Brande unversehrt gebliebenen Grundmauern und der Keller sind wieder benutzt.
30 010	118,9	14,0	660 (*eiserne Öfen*)	80,6	Bruchst., Innenwände Ziegel	„	Putzbau, Sockel und Sohlbänke wie bei Nr. 1	Falzziegel	K. gewölbt, sonst Balkendecken	7335 (*Wirtschaftsgeb.*) 130 (*Abtritt*)	3346	693	886	—
28 924 117 (*tiefere Gründung*)	114,3	13,6	1161 (*Kachel- und eiserne Öfen*)	143,0	„	„	Rohbau mit Verblend- u. Formst., Sockel und Sohlb. wie bei Nr. 1	Falzziegeldach mit Schiefereinfassung	„	6951 (*Wirtschaftsgeb.*) 397 (*Holzstall*)	925	12	99 (*Wasserleitung*)	—
26 074	98,1	11,6	1221 (*wie vor*)	136,6	„	„	„	Falzziegel	„	7056 (*Wirtschaftsgeb.*) 511 (*Abtr. u. Dunggr.*)	2103	1200	481 (*8,0 m*)	—
32 920 700 (*Veranda*)	123,9	14,6	1250	133,8	Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	„	Rohbau	Pfannen auf Schalung	„	6922 (*Stallgebäude*) 3225 (*Scheune*) 167 (*Abtritt*)	770	731	327 (*Röhrenbrunnen, 12,8 m*)	Bauleitungskosten 1096 ℳ (2,4 %).
29 719	110,9	12,8	1706	180,0	„	„	„	Pfannen	„	5433 4268 340 (*bezw. wie vor*)	1274	1071	476 (*10,0 m*)	—
29 255	107,2	12,7	1510	—	„	„	Rohbau mit Verblendsteinen	Kronendach	„	9994 (*Stallgebäude*) 3664 (*Scheune*) 1828 (*Schuppen*) 244 (*Abtritt*)	3744	1818	3811 (*Vereinigter Kessel- und Röhrenbrunnen, 7,0 bezw. 22,0 m*)	Die Veranda ist in Spalte 7 nur mit der halben Grundfläche in Ansatz gebracht.
25 440 560 (*Veranda*)	95,7	11,3	828	90,8	„	„	Rohbau, Sohlbänke Sandstein	Doppeldach	„	—	—	—	750	—
23 591 600 (*Veranda*)	88,5	10,4	1130	122,2	„	„	Rohbau	Falzziegel	„	8790 (*Wirtschaftsgeb.*)	1158	1400	1625	In den Kosten des Brunnens sind auch die der mehrfach vergeblichen Versuchsbohrungen enthalten.
28 700	105,4	12,5	1195	199,0	„	„	„	Pfannen auf Schalung	K. im wesentl. gewölbt, sonst Balkendecken	8300 (*Stallgebäude*) 4100 (*Scheune*) 499 (*Holzstall*) 239 (*Abtritt*)	1390	740	—	Wie bei Nr. 8
26 580	96,7	11,4	1100	120,7	„	„	Rohbau mit Verblendsteinen	Zement-Falzziegel	K. gewölbt, sonst Balkendecken	—	—	—	—	„
sige Bauten.														
24 112 879 (*Veranda*)	138,9	12,6	840 (*Kachelöfen*) 276 (*eiserne Öfen*)	177,1 115,5	Bruchst., Innenw. Ziegel	„	Putzbau, Sockel hammerr. bearb. Bruchsteine, Sohlbänke Sandstein	Pfannen auf Schalung u. Pappe	„	7055 (*Wirtschaftsgeb.*) 587 (*Abtr. u. Dunggr.*)	475	856	1014 (*Wasserleitung und Entwässerung*)	—
27 841 912 (*Veranda*)	160,3	14,6	1362	181,1	„	„	Einfassungen und Gesimse Rohbau mit Verblendst., sonst wie vor	Pfannen auf Schalung	„	—	—	—	—	—

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9		10			11		12		13
Nr	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche qm	Rauminhalt cbm	Gesamtkosten der Bauanlage nach dem Anschlage ℳ	der Ausführung (Sp. 10 u. 12) ℳ	Kosten des Hauptgebäudes (einschl. des in Sp. 11 aufgeführten Kostenbetrages) im ganzen ℳ	für 1 qm ℳ	für 1 cbm ℳ	Kosten der Heizungsanlage im ganzen ℳ	für 100 cbm beheizt. Raumes ℳ	Kosten der Nebengebäude ℳ	Kosten der Nebenanlagen ℳ	Bemerkungen
	B. Förstereien.																	
	a) Anlagen mit getrenntem Wohn- und Wirtschaftsgebäude.																	
	(Wohnhaus eingeschossig.)																	
1	Waldwärter-Wohnhäuser: **Zobten**	Breslau	97	99	Stephany u. Mergard *(Reichenbach)*	Im K.: wk, bk, r. „ D.: st, 2 ka.	104,7	671,1	**10 100**	**9 791**	9 791	93,5	14,6	268	155,7	—	—	Ziegelrohbau mit Kronendach.
2	**Rumohr**	Schleswig	98		Radloff *(Kiel)*	Wie vor.	103,0	660,2	**10 200**	**10 211**	10 211	99,1	15,5	373 (Kachel- u. eiserne Öfen)	216,7	—	—	Pfannendach, sonst wie vor.
3	**Sande**	„	99		Weis *(Altona)*	„	103,0	660,2	**16 750**	**16 285**	9 188	89,2	13,9	261 (wie vor)	151,7	4696 (Wirtschaftsgebäude)	2401	T. Ziegelrohbau, t. Putzbau. Falzziegeldach.
						Grundriß für Nr. 4 bis 72.												
4	Förstereien: **Baining**	Königsberg	98	99	Leithold *(Wehlau)*	Im K.: wk, bk, r. „ D.: st, rk, 2 ka.	123,5	781,2	**11 000**	**10 268**	10 268	83,1	13,1	425 *)	181,2	—	—	Normalentwurf. Ziegelrohbau mit Pfannendach.
5	**Agilla**	„	97	98	Paulsdorff *(Labiau)*	Wie vor.	123,5	784,2	**12 600**	**11 195**	11 195	90,6	14,3	465	198,3	—	—	Wie vor.
6	**Bärwalde**	„	98	99	Schultz *(Königsberg II)*	„	123,5	784,2	**12 900**	**12 624**	12 624	102,2	16,1	485	206,8	—	—	„
7	**Glašöwen**	„	98	99	Kerstein u. Weisstein *(Ortelsburg)*	„	123,5	792,9	**11 100**	**10 096**	10 096	81,7	12,7	470	200,4	—	—	„
8	**Schoenbruch**	Gumbinnen	97	98	Taute *(Ragnit)*	„	123,5	784,2	**12 200**	**10 992**	10 822	87,6	13,8	420	179,1	—	170	„
9	**Snopken**	„	98		Reinboth *(Johannisburg)*	„	123,5	784,2	**14 890**	**14 556**	10 829	87,6	13,8	425	181,2	3279 (Scheune) 109 (Abtritt)	248	„
10	**Mynthe**	„	97	98	Elkisch *(Angerburg)*	„	123,5	784,2	**21 560**	**20 290**	10 883	88,1	13,9	320	136,5	4905 (Stallgeb.) 3068 (Scheune) 189 (Abtritt)	1225	„
11	**Wilpischen**	„	99		Gyfsling *(Insterburg)*	„	123,5	781,2	**27 540**	**27 000**	12 150	98,4	15,5	355	151,4	6200 3900 200 (bezw. wie vor)	4850	„
12	**Marienbruch**	„	98		v. Bandel *(Kaukehmen)*	„	124,5	800,5	**30 047**	**28 533**	11 117 1 261 (tiefere Gründung)	89,5	13,9	170	200,4	8414 (Wirtschaftsgeb.) 230 (Abtritt)	7478	„
13	**Buchwald**	Danzig	96	99	Spittel *(Neustadt)*	„	123,5	784,2	**16 300**	**16 568**	10 750	87,0	13,7	420	179,1	4940 260 (bezw. wie vor)	618	„
14	**Dunaiken**	„	98	99	Schreiber und Pickel *(Berent)*	„	123,5	781,2	**11 400**	**10 566**	10 566	85,6	13,5	344	146,7	—	—	„
15	**Zdunowitz**	„	98	99	Schultefs *(Karthaus)*	„	123,5	784,2	**12 900**	**11 669**	11 669	94,5	14,9	370	157,8	—	—	„
16	**Neumühl**	„	98	99	Nolte *(Pr.-Stargard)*	„	123,5	781,2	**19 400**	**19 300**	10 970	88,8	14,0	420	179,1	6900 (Wirtschaftsgeb.) 232 (Abtritt)	1198	„
17	**Weißhof**	Marienwerder	98	99	Hallmann *(Marienwerder)*	„	123,5	784,2	**11 300**	**9 823**	9 823	79,5	12,5	330	140,7	—	—	„
18	**Dossoczyn**	„	97	98	Wenndorff *(Graudenz)*	„	123,5	784,2	**11 500**	**8 969**	8 989	72,5	11,4	365	155,7	—	—	„
19	**Mielken**	„	98	99	Otto *(Konitz)*	„	123,5	988,0	**11 200**	**11 008**	11 008	89,1	11,1	413	181,8	—	—	Ziegelrohbau mit Verblend- und Formsteinen. Doppelpappdach.
20	**Fuchswinkel**	„	98	99	„	„	123,5	988,0	**11 500**	**10 761**	10 761	87,1	10,9	362	159,3	—	—	Keine Verwendg. v. Verblend- u. Formsteinen, sonst wie vor.

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelofen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9		10			11		12		13
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche qm	Rauminhalt cbm	Gesamtkosten der Bauanlage nach dem Anschlage ℳ	der Ausführung (Sp. 10 u. 12) ℳ	Kosten des Hauptgebäudes (einschl. des in Sp. 11 aufgeführten Kostenbetrages) im ganzen ℳ	für 1 qm ℳ	für 1 cbm ℳ	der Heizungsanlage im ganzen ℳ	für 100 cbm beheizten Raumes ℳ	der Nebengebäude ℳ	der Nebenanlagen ℳ	Bemerkungen
	Förstereien:																	
21	**Mellentin**	Marienwerder	98	99	Tieling und Jahr (*Dt.-Krone*)	Wie Nr. 1	123,5	988,0	20 000	16 121	9 695	73,6	9,2	300 *)	132,0	3287 (Stallgeb.) 2288 (Scheune) 150 (Abtritt)	1301	Ziegelrohbau mit Doppelpappdach.
22	**Olszinni**	„	98	99	Otto (*Konitz*)	„	123,5	988,0	20 600	17 606	9 761	79,0	9,9	440	193,7	3808 2612 142 (desgl. wie vor)	1373	„
23	**Lindhorst**	Potsdam	97	99	Mund (*Angermünde*)		123,5	784,2	11 000	10 037	10 037	81,8	12,8	277	118,1	—	—	Ziegelrohbau mit Kronendach.
24	**Albrechtshöhe**	„	95	99	„	„	123,5	784,2	11 000	10 598	9 976	87,8	12,7	270	115,1	—	622	Wie vor.
25	**Neu-Glienicke**	„	97	98	Wiegraf (*Neu-Ruppin*)	„	123,5	784,2	11 300	11 300	11 300	91,6	14,4	486	207,2	—	—	„
26	**Deutschhoden**	„	97	98	Prentzel und Schaller (*Templin*)	„	123,5	784,2	11 500	9 507	9 225	74,7	11,8	265	113,0	—	282	„
27	**Adamswalde**	„	98	99	Wiegraf (*Neu-Ruppin*)	„	123,5	784,2	17 900	18 513	11 286	91,4	14,4	430	183,4	5517 (Wirtschaftsgebäude)	1710	Falzziegel, sonst wie vor.
28	**Fangschleuse**	„	98		Leithold (*Berlin II*)		123,5	784,2	19 140	14 787	9 207	75,8	11,9	400	170,6	4508 (Wirtschaftsgeb.) 300 (Abtritt)	682	Ziegelrohbau mit Kronendach.
29	**Langendamm**	„	98	99	Haeuser (*Beeskow*)		123,5	784,2	21 000	18 977	10 430	84,5	13,3	400	170,6	6877 235 (desgl. wie vor)	1435	Wie vor.
30	**Rehberge**	„	98	99	Jaffé (*Berlin I*)	„	123,5	792,9	13 800	12 815	12 815	103,8	16,2	545	232,4	—	—	„
31	**Kl.-Wutzow**	Frankfurt a. d. O.	98	99	Müller und Mettke (*Arnswalde*)		123,5	784,2	10 980	9 493	9 493	76,9	12,1	320	136,4	—	—	Ziegelrohbau mit Splißdach.
32	**Buchwald**	„	98	99	Mettke (*Arnswalde*)	„	123,5	784	11 300	10 040	10 040	81,3	12,8	415	177,0	—	—	Wie vor.
33	**Camminchen**	„	98	99	Beutler (*Kottbus*)	„	123,5	784,2	12 000	10 920	10 920	88,4	13,9	315	134,8	—	—	Ziegelrohbau mit Kronendach.
34	**Planheide**	„	97	98	„		123,5	784,2	19 140	18 745	10 805	87,5	13,8	506	215,8	4736 224 (desgl. wie bei Nr. 28)	2980	Wie vor.
35	**Hirschgrund**	„	98	99	Andreae (*Landsberg a. d. W.*)		123,5	784,2	23 200	21 008	9 021	73,0	11,5	600	224,4	1997 (Stallgeb.) 3230 (Scheune) 206 (Abtritt)	3554	Zementfalzziegeldach, sonst wie vor.
36	**Sorauer Wald**	„	98	99	Baumgarth und Tieling (*Sorau*)	„	123,5	808,5	11 985	10 886	10 886	88,1	13,5	505	215,4	—	—	Wie bei Nr. 28.
37	**Pültkrug**	Stettin	97	98	Prejawa (*Naugard*)		123,5	784,2	12 000	10 949	10 949	88,7	14,0	380	162,1	—	—	
38	**Vorheide**	„	98	99	Mannsdorf (*Stettin*)		123,5	784,2	12 500	12 123	10 152	82,2	12,9	430	183,4	571 (Holzstall) 232 (Abtritt)	1168	
39	**Thurbruch**	Köslin	98	99	Eckardt (*Dramburg*)	„	123,5	784,2	10 900	9 985	9 985	80,9	12,7	300	153,5	—	—	
40	**Gewiesen**	„	98	99	Jaeckel (*Stolp*)	„	123,5	790,1	21 025	19 500	10 418	84,4	13,2	440	186,6	4737 (Stallgeb.) 3637 (Scheune) 263 (Abtritt)	1045	„
41	**Hohenfelde**	Stralsund	98	99	Schmidt (*Greifswald*)		123,5	784,2	16 971	16 971	12 040	97,5	15,4	328	140,5	3137 (Scheune) 225 (Abtritt)	1269	„

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelofen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9		10			11		12		13
Nr	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche	Rauminhalt	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (einschl. des in Sp. 11 aufgeführten Kostenbetrages)			Kosten der Heizungsanlage		Kosten der		Bemerkungen
			von	bis					dem Anschlage	der Ausführung (Sp. 10 u. 12)	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	im ganzen	für 100 cbm beheizt. Raumes	Nebengebäude	Nebenanlagen	
							qm	cbm	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
	Förstereien:																	
42	**Jagdkrug**	Stralsund	97	98	Schmidt *(Greifswald)*	Wie Nr. 4.	123,5	781,2	**24 226**	**20 857**	10 512	85,1	13,4	300 *)	132,0	4881 (Stallgebäude) 2993 (Scheune) 156 (Abtritt)	2315	Ziegelrohbau mit Kronendach.
43	**Waldkranz**	Posen	98		Runge *(Obornik)*	"	123,5	781,2	**10 906**	**9 775**	9 775	79,1	12,5	343	146,3	—	—	Wie vor.
44	**Retschin**	"	99		Hauptner *(Samter)*	"	123,5	786,7	**10 500**	**9 368**	9 368	84,0	11,9			—	—	"
45	**Gelau**	Bromberg	97	98	Schutze *(Inowrazlaw)*	"	123,5	781,2	**12 000**	**10 681**	10 681	86,5	13,6	460	196,2	—	—	"
46	**Grünfließ**	"	97	98	"	"	123,5	781,2	**12 200**	**10 615**	10 615	86,0	13,5	460	196,2	—	—	"
47	**Waldhaus**	"	98	99	Schütze und Possin *(Inowrazlaw)*	"	123,5	784,2	**18 450**	**18 814**	11 532	93,4	14,7	460	196,2	5258 (Wirtschaftsgebäude) 258 (Abtritt)	1766	"
48	**Seebrück**	"	97	98	Claren *(Mogilno)*	"	123,5	781,2	**21 490**	**16 919**	9 036	73,2	11,5	375	159,9	1400 (Stallgebäude) 2811 (Scheune) 178 (Abtritt)	504	"
49	**Reinau**	"	97	98	Schutze *(Inowrazlaw)*	"	123,5	781,2	**23 975**	**21 595**	11 060	89,6	14,1	460	196,2	5437 3124 224 (desgl. wie vor)	1450	"
50	**Walddorf**	Breslau	97	98	Kruttge *(Glatz II)*	"	128,0	820,5	**15 000**	**14 421**	11 518 252 (Abbruchsarbeiten)	90,0	14,0	350	203,4	1336 (Verbindungsgang m. Abtrittsanlage)	1315	Ziegelputzbau, Sockel Bruchst.-, Gebäudeecken Ziegelrohbau. Hilgersches Eisenblechpfannen-Dach.
51	**Kaltwasser**	Liegnitz	98		Jahn und Pfeiffer *(Liegnitz)*	"	123,5	781,2	**11 700**	**9 966**	9 966	80,7	12,7	480	204,7	—	—	Ziegelputzbau, Sockel Ziegelrohbau. Kronendach.
52	**Bürgsdorf**	Oppeln	97	98	Hiller *(Kreuzburg O/S.)*	"	121,5	799,3	**11 100**	**8 805**	8 648	70,0	11,0	330	140,7	—	157	Ziegelrohbau mit Kronendach.
53	**Arnsnesta**	Merseburg	98		de Ball und Wagenschein *(Torgau)*	"	123,5	784,2	**11 000**	**9 471**	9 471	76,7	12,1	405	172,7	—	—	Wie vor.
54	**Züllsdorf**	"	99		Wagenschein *(Torgau)*	"	123,5	784,2	**12 000**	**11 300**	11 300	91,5	14,4	465	198,3	—	—	"
55	**Saarbusch**	Erfurt	97	98	Collmann v. Schatteburg *(Schleusingen)*	"	123,5	818,8	**18 130**	**18 130**	11 800	116,8	14,4	320	135,5	5900 (Wirtschaftsgebäude)	1030	Ziegelrohbau mit Pfannendach.
56	**Hackenstedt**	Hildesheim	97	98	v. Behr *(Goslar)*	"	123,5	784,2	**16 600**	**12 555**	9 058	73,3	11,6	420	179,1	2070 (Stallgebäude) 120 (Abtritt)	1307	Wie bei Nr. 52.
57	**Liebenburg**	"	97	98	"	"	124,5	815,5	**20 000**	**17 484**	9 736	78,2	11,9	500	200,7	5474 180 (desgl. wie vor)	2004	"
58	**Ölper**	Lüneburg	97	98	Dapper *(Burgdorf)*	"	123,5	781,2	**18 800**	**14 516**	10 266	83,1	13,1	420	179,1	4075 (Stallgebäude)	205	Wie bei Nr. 55.
59	**Bokel**	"	98	99	"	"	123,5	784,2	**24 880**	**23 462**	12 213	99,8	15,6	550	229,0	4981 (Stallgeb.) 3348 (Scheune) 199 (Abtritt)	2721	Ziegelrohbau mit Falzziegeldach.
60	**Ahe**	Stade	99		Saring *(Verden)*	"	123,5	784,2	**19 020**	**16 171**	9 605	77,8	12,2	432	184,2	5604 (Wirtschaftsgebäude) 210 (Abtritt)	662	Wie bei Nr. 55.
61	**Hohehahn**	Aurich	98		Kopplin und Hennicke *(Wilhelmshaven)*	"	123,5	784,2	**14 200**	**12 135**	12 135	98,3	15,5	310 (eiserne Öfen)	132,2	—	—	"

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9		10			11		12		13
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche qm	Rauminhalt cbm	Gesamtkosten der Bauanlage nach dem Anschlage ℳ	der Ausführung (Sp. 10 u. 12) ℳ	Kosten des Hauptgebäudes (einschl. des in Sp. 11 aufgeführten Kostenbetrages) im ganzen ℳ	für 1 qm ℳ	für 1 cbm ℳ	der Heizungsanlage im ganzen ℳ	für 100 cbm beheizt. Raumes ℳ	der Nebengebäude ℳ	der Nebenanlagen ℳ	Bemerkungen
	Förstereien:																	
62	**Hundsrück**	Kassel	97	98	Buchling und Oertel *(Eschwege)*	Wie Nr. 4.	123,5	784,2	**13 200**	**10 969**	10 568	85,6	13,5	301 (eiserne Öfen)	129,6	—	401	Ziegelrohbau mit Falzziegeldach.
63	**Frielendorf**	„	98	99	Fitz *(Kirchhain)*	„	123,5	784,2	**18 400**	**16 242**	9 402	76,6	12,1	241 (Kachel- u. eiserne Öfen)	119,4	4710 (Wirtsch.-Gebäude)	2070	Wie vor.
64	**Lengers**	„	97	98	Trimborn *(Hersfeld)*	„	123,5	784,2	**18 400**	**17 400**	10 760	87,1	13,7	380 (wie vor)	102,0	5170 (wie vor)	1470	„
65	**Obervorschütz**	„	97	98	v. d. Bercken u. Schneider *(Homberg)*	„	123,5	784,2	**18 700**	**18 171**	10 653	86,3	13,6	270 (eiserne Öfen)	115,1	5383 (wie vor)	2135	Sohlbänke Sandstein, sonst wie bei Nr. 62.
66	**Dammberg**	„	97	98	Zölffel *(Marburg I)*	„	121,5	784,2	**19 300**	**18 373**	11 302	91,5	14,4	278 (Kachel- u. Regulierfüllöfen)	137,7	5717 (wie vor)	1354	Wie bei Nr. 62.
67	**Eichenzell**	„	98	99	Selhorst *(Fulda)*	„	123,5	784,2	**19 500**	**17 510**	10 140	82,1	12,9	380 (wie vor)	102,0	5310 (wie vor)	2030	Patentziegeldach, sonst wie bei Nr. 62.
68	**Schwarzenberg**	„	97	98	Siefer *(Melsungen)*	„	123,5	784,2	**20 300**	**19 798**	10 581	85,7	13,5	255 (eiserne Öfen)	108,7	5718 (wie vor)	3496	Wie bei Nr. 62.
69	**Hauswurz**	„	98	99	Selhorst *(Fulda)*	„	123,5	784,2	**21 300**	**20 750**	12 500	101,2	15,9	330 (Kachel- u. eiserne Öfen)	140,7	5750 (wie vor)	2500	Wie bei Nr. 67.
70	**Oberrode**	„	98	99	„	„	123,5	784,2	**22 200**	**19 026**	10 366	83,9	13,2	328 (wie vor)	139,9	5370 (wie vor)	3290	„
71	**Gruenewald**	Düsseldorf	97	98	Strohn und Schreiber *(Geldern)*	„	123,5	784,2	**10 843**	**10 065**	9 621	77,9	12,3	194 (eiserne Öfen)	—	444 (Abtritt)	—	Schieferfirst, sonst wie bei Nr. 62.
72	**Aaper Wald**	„	99		Bongard *(Düsseldorf I)*	„	124,8	845,2	**18 500**	**18 500**	11 800	94,9	14,0	[illegible] (Regulierfüllöfen)	99,1	5132 (Wirtsch.-Geb. u. Abtrittsanbau)	1568	Ziegelrohbau mit Putzflächen und Pfannendach.
73	**Kolbenstein**	Coblenz	98	99	Henderichs und Leithold *(Koblenz)*	Im K.: wk, bk, rk. Im D.: st, 2 ka.	135,5	840,1	**14 600**	**14 142**	12 180	89,9	14,5	100 (eiserne Öfen)	69,4		2262	Schieferdach, sonst wie bei Nr. 62.
						b) Anlagen mit zusammenhängendem Wohn- und Wirtschaftsgebäude.												
						1. Wohnhaus eingeschossig.												
74	**Neu-Reichenau**	Liegnitz	98	99	Aries *(Landeshut)*	Im K.: wk(r), bk. Im E. 1 = fv. Im D. st, 2 kn, rk.	225,7	1278,9	**18 100**	**17 078**	15 210	67,4	11,9	400 (Kachelöfen)	172,3	—	1868	Ziegelrohbau mit Kronendach.
75	**Wickenrode**	Kassel	98	99	Janert *(Kassel II)*	Im K.: wk (bk), r. Im D.: st, 2 kn, rk.	204,0	1239,0	**17 600**	**16 885**	14 860 *10 794* (Wohnhaus allein)	72,8 *87,4*	12,0 *13,8*	285 (Kachel- u. eiserne Öfen)	138,0	—	2025	Ziegelrohbau mit Falzziegeldach
76	**Schwarzbach**	„	97	98	Scheele *(Fulda)*	Wie vor.	204,0	1248,7	**17 600**	**16 536**	14 261 *10 232* (Wohnhaus allein)	69,9 *82,9*	11,4 *13,0*	[illegible] (wie vor)	153,9	—	2275	Wie vor.
77	**Asel**	„	97	98	Gibelius und Hippenstiel *(Marburg II)*	„	224,4	1358,2	**19 100**	**19 113**	16 107 *11 988* (Wohnhaus allein)	71,3 *87,2*	11,8 *13,9*	288 (Kachel- u. Regulierfüllöfen)	119,5	430 (Holzschuppen)	2345	Bruchsteinrohbau mit Falzziegeldach.
78	**Elbach**	Wiesbaden	98	99	Dangers *(Dillenburg)*	Im K.: wk, rk. Im D.: 2 st, 4 ka.	171,6	1104,0	**15 900**	**17 381**	14 077 *9 598* (Wohnhaus allein)	82,0 *113,6*	12,7 *14,8*	114 (wie vor)	74,1	331 (Abtritt) 645 (Remise)	2690	Ziegelrohbau, Drempel geputztes Ziegelfachw. Schieferdach.
						2. Wohnhaus zweigeschossig.												
79	**Helsa**	Kassel	98	99	Janert *(Kassel II)*	Im wesentlichen wie vor. 1. = E.	171,8	1279,1	**17 400**	**15 065**	13 474 *9 200* (Wohnhaus allein)	78,4 *112,2*	10,5 *11,6*	265 (Kachel- u. eiserne Öfen)	157,8	323 (Stallgeb.) 1520 (Backhaus)	1200	Ziegelrohb., Sohlbänke Sandstein, Drempel d. Wirtschaftsgeb. verschalt Fachwerk. Falzziegeldach.
80	**Veckerhagen**	„	97	98	Lodell *(Hofgeismar)*	Im K.: wk, r. 1. = E. Im D.: st, kn, rk.	178,9	1360,7	**18 200**	**17 938**	15 255 *9 948* (Wohnhaus allein)	85,3 *119,0*	11,2 *14,5*	285 (wie vor)	120,1	432 (Holzschuppen) 740 (Backh.)	1451	Ziegelrohbau mit Falzziegeldach.
81	**Gutleis-Ost**	„	98	99	Siefer *(Melsungen)*	Wie vor.	178,9	1372,0	**19 550**	**17 074**	13 777 *9 391* (Wohnhaus allein)	77,0 *112,3*	10,0 *11,5*	257 (wie vor)	119,6	270 (Holzschuppen)	3047	Wie vor
82	**Buchenberg**	„	98	99	Gibelius und Hippenstiel *(Marburg II)*	„	180,2	1359,0	**17 000**	**15 901**	14 881 *10 039* (Wohnhaus allein)	82,6 *120,3*	10,9 *12,5*	261 (wie vor)	121,8	—	1020	Sockel Bruchst., Sohlbänke Sandstein, sonst wie bei Nr. 80.

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften dienen nachstehende Abkürzungen:

ab = Abtritt,
af = Aufzug,
akk = Akkumulatorenraum,
al = Ablegeraum, Garderobe,
ar = Anrichteraum,
ast = Arbeiterstube,
az = Arbeits-, Amtszimmer,
ba = Bad,
bb = Butterbereitungsraum,
bhl = Beschlagraum,
bk = Backofen, Backstube,
bn = Banse,
br = Brennmaterial,
bx = Box, Laufstand,
d = Diener,
df = Durchfahrt,
drz = Direktorzimmer,
ek = Eisenkammer,
ez = Eßzimmer,
f = Flur,
fb = Futterboden,
fd = Futterdiele,
fk = Futterkammer,
fo = Fohlenstall,
fr = Fremdenzimmer, -stall,
fs = Futterschacht,
fv = Federviehstall,
g = Gesinde-, Mädchen-, Knechtestube,
ge = Geräte,
gez = Gesinde-Eßzimmer,
gk = Geschirrkammer,
hd = Handwerker,
hk = Häckselkammer,
hmw = Hofmeisterwohnung,
hs = Wirtschafterin,
jv = Jungviehstall,
k = Küche,
ka = Kammer,
kb = Kälberstall,
ke = Keller,
kl = Schulzimmer,
kn = Kartoffelniederlage,
kü = Kühlraum,
kr = Krankenstall,
kst = Kuhstall,
l = Hauslehrer,
lk = Leuteküche,

XVI. Landwirt-

A. Pächter- und

a) Eingeschos-

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudeteile v. d. O.-K. d. Fundam. od. d. Kellersohle b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Hauptgesimses (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Gesamtkosten nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 13 u. 15)
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm	ℳ	ℳ
1	Anbau am Pächterwohnhause auf der Domäne **Gottesgnaden**	Magdeburg	98	99	entw. v. Fiebelkorn, ausgef. v. Schönfeld *(Schönebeck)*	Im K.: k, s, vr(2), ar, d.	128,6 *32,2* *96,4*	128,6 *32,2* *96,4*	— *6,96* *6,76*	3,28 (2,58)	3,45	—	—	872,6	**11 780**	**11 698**
2	Pächterwohnhaus auf der Domäne **Prützmannshagen**	Stralsund		99	Schmidt *(Greifswald)*	Im K.: g, k, s, ml, bk, vr(2). „ D.: ka, vr, rk.	242,2	242,2	8,38	2,80	3,30	2,00	0,10	2029,6	**23 308**	**23 477**
3	Desgl. **Kakernehl**	„	97	99	Schwieger u. Willert *(Stralsund I)*	Im K.: g(4), wk, bk, vr(4). „ D.: 8st, 4ka.	385,5 *380,8* *4,7*	385,5 *380,8* *4,7*	— *9,30* *6,10*	2,95	3,45	2,55	(0,35)	3570,1	**42 000** (ausschl. der Nebenanlagen)	**50 111**
															b) Teilweise zwei-	
4	Desgl. **Hergzow**	Magdeburg		98	Engelbrecht *(Genthin)*	Im K.: hs, g, k, s, wk, vr(3). „ I.: 4st, kl, l. „ D.: wm, ka, rk.	289,5 *144,4* *135,9* *9,2*	280,3 *144,4* *135,9* —	— *9,80* *7,20* *4,70*	2,80	E. = 3,00 I. = 3,00	(0,60)	(0,10)	2436,8	**30 969**	**30 969**
5	Desgl. **Döllitz**	Stettin	97	98	Johl *(Stargard i. P.)*	Im K. bezw. U.: ml, vr(4), hs, g(2), wk, pl(r). „ E. 1 = ba. „ I.: 5st, l. „ D. rk.	361,5 *153,8* *198,9* *2,8* *6,0*	352,7 *153,9* *198,9* — —	— *9,86* *7,80* *6,45* *5,80*	2,75	U. = 2,75 E. = 3,70 I. = 3,01	(1,45)	(0,15)	3120,7	**39 600**	**42 500**

ma = Maschinenraum,
mg = Magazin,
mhl = Mühle,
mk = Medizinkammer,
mka = Montierungskammer,
ml = Milchkeller,
mst = Mutterstutenstall,
nr = Nebenraum,
os = Ochsenstall,
p = Pissoir,
pd = Pferdestall,
pk = Petroleumkeller,
pl = Plättstube,
pu = Putzraum,
r = Rollkammer,
rk = Räucherkammer,
rs = Remise,
rv = Rindviehstall,
s = Speisekammer,
sch = Schuppen,
sfs = Schafstall,
ska = Sattelkammer,
sl = Saal,
sls = Schlafsaal,
smd = Schmiede,
sn = Schweinestall,
sp = Speicher,
spk = Spülküche,
ss = Speisesaal,
st = Stube,
stm = Stellmacherei,
te = Tenne,
ts = Tresor,
v = Vorraum, Vorzimmer.
va = Vorarbeiter, Statthalter,
vaw = Vorarbeiterwohnung,
vbg = Verbindungsgang,
vr = Vorräte,
w = Wohnung,
wa = Waschraum, -zimmer,
wb = Wasserbehälter,
wk = Waschküche,
wm = Wäschemagazin,
wrk = Werkstatt,
wst = Wasserstand,
wz = Wärterzimmer.

schaftliche Bauten.

Beamtenwohnhäuser.

sige Bauten.

13			14		15			16	17					18
Kosten								Wert der Fuhren (in den Summen d. Sp. 12, 13 u. 15 enthalten)	Baustoffe und Herstellungsart der					Bemerkungen
des Gebäudes (einschl. der Heizungsanlage)			der Heizungsanlage		der Nebenanlagen									
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	im ganzen	für 100 cbm beheizt. Raumes	Einebnung, Pflasterung usw.	Umwehrungen	Brunnen		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ						
10 697 371 *(tiefere, z. T. künstliche Gründung)* 630 *(Umbau des alten Teiles)*	83,2	12,3	482 *(Regulierfüllöfen)*	132,3	—	—	—	1298 *(11,1 %)*	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Putzbau	Holzzement	K. Kleinesche Decke, sonst verschalte und geputzte Sparren	Künstliche Gründung: Betondecke über einem zugeschütteten alten Brunnen unter der an dieser Stelle auf eisernen Trägern ruhenden Giebelwand.
22 648	93,5	11,2	850 *)	153,4	428	401	—	1900 *(8,1 %)*	Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	„	Rohbau	Doppelpappdach	K. gewölbt, sonst Balkendecken, D. z. T. gestakte, verschalte und geputzte Sparren	—
40 100 2 184 *(Verbindungsgang usw.)*	104,0	11,2	1520 *(Kachelöfen)* 50 *(eiserner Ofen)*	107,7 130,7	3614 *(Pflasterungen)* 3530 *(Dungstätte)*	227	456 *(Wasserleitung, Entwässerung und Drainage des Hauses)*	4906 *(9,8 %)*	„	„	„	„	„	Die Veranda ist in Spalte 7 nur mit der halben Grundfläche in Ansatz gebracht.
geschossige Bauten.														
30 969	107,0	12,7	2180	—	—	—	—	1469 *(4,7 %)*	„	„	Putzbau	Kronendach	K. und Räucherkammer gewölbt, sonst Balkendecken	Wie vor.
40 207 427 *(Abbruchsarbeiten)*	111,2	12,9	1900 *(Kachel- und Regulierfüllöfen)*	165,9	360	257	1249 *(Wasserleitung)*	3884 *(9,1 %)*	Feldsteine, Innenwände Ziegel	„	Putzbau, Sockel Feldsteinrohbau, Gebäudeecken, Tür- und Fenstereinfassungen Rohbau	Zementfalzziegel	„	„

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	
Nr	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe des Gebäudes bezw. einzelner Gebäudet. v. d. O.-K. d. Fundam., od. d. Kellersohle, b. z. O.-K. d. Umfassungsmauern, einschl. d. Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag f. d. ausgeb. Dachgeschoß usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Gesamtkosten nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 13 u. 15)
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm	ℳ	ℳ
6	Pächterwohnhaus auf der Domäne **Rehden**	Marienwerder	97	98	entw. im Minist. f. Landwirtsch. usw., ausgef. v. Schultz *(Graudenz)*	Grundriß im wesentlichen wie Nr. 4. Im K.: hs, g(2), k, s, wk(bk), pl (r), vr (3). „ E.: sl, ez, 5 st, az, v, ab. „ I. 4 st. — Im D.: 2 ka, rk.	371,5 *197,8* *173,7*	371,5 *197,8* *173,7*	— *10,87* *9,20*	2,80	E. = 3,90 (I. = 2,97)	1,20 (2,40)	(0,10)	3 748,1	**37 600**	**37 905**
7	Desgl. **Unislaw**	„	97	99	Rambeau *(Kulm)*	Im K.: hs, g (2), wk, pl (r), bk, ta, ml, vr(4), ge(2). „ I. 5 st. „ D.: 2 st, 2 ka, rk, ab.	377,3 *175,8* *201,5*	377,3 *175,8* *201,5*	— *11,85* *9,03*	2,80	E. = 3,80 (I. = 3,10)	2,35 (2,10)	—	3 902,8	**40 890**	**45 168**
8	Desgl. **Glashagen**	Stralsund	97	99	Willert *(Stralsund I)*	Grundriß im wesentlichen wie Nr. 4. Im U.: va, bd, g (2), lk, wk, r, ml, vr (3). „ E.: sl, 6 st, v, k, s, ab. „ I.: 5 st, ab. „ D. pl.	395,9 *207,8* *173,7* *9,5* *4,9*	— — — — —	— *11,81* *9,61* *6,65* *3,00*	—	U. = 2,80 E. = 3,80 (I. = 2,96)	1,50 (2,40)	—	4 201,8	**41 111**	**45 641**
															c) Zweigeschos-	
9	Desgl. **Wabern**	Kassel	98	99	entw. v. Berger, ausgef. v. Schneider *(Homberg)*	Im K. wk. „ I.: 6 st, ka, ab. „ D.: st, rk.	230,2 *222,8* *7,4*	222,8 *222,8* —	— *10,08* *6,50*	2,70	E. = 3,50 I. = 3,30	—	(0,55)	2 293,9	**26 800**	**25 600**
10	Wohnhaus auf dem Domänen-Vorwerk **Dahle**	Hannover	97	98	Koch *(Hameln)*	Im K.: gez, k, s, wk, pl, ml. „ I.: hmw, hs, rk.	261,1	261,1	9,65	2,50	E. = 3,80 I. = 3,00	—	—	2 519,6	**30 124**	**29 351**
11	Pächterwohnhaus auf der Domäne **Steinhagen**	Stralsund	98	99	Döhlert *(Stralsund II)*	Grundriß im wesentlichen wie Nr. 2. Im K.: hs, g (2), wk. „ E.: sl, 5 st, v, k, s, ab. „ I.: 7 st, ka, ba, rk.	301,1 *126,8* *166,4* *7,9*	293,2 *126,8* *166,4* —	— *11,75* *9,65* *5,00*	2,80	E. = 3,80 I. = 3,10	(2,00)	—	3 135,2	**34 590** (ausschl. der Wasserleitung)	**35 046**
12	Desgl. **Grimsleben**	Posen	97	99	entw. im Minist. f. Landwirtsch. usw., ausgef. v. Marcuse und Engel *(Schrimm)*	Im K: g, k, s, wk, ml. „ I. 5 st.	223,2 *291,7* *18,1* *13,4*	291,7 *291,7* — —	— *9,70* *6,55* *6,00*	2,78	E. = 3,63 I. = 3,06	—	—	3 028,4	**41 780**	**42 650**
13	Desgl. **Eilenstedt**	Magdeburg	99		Hagemann *(Oschersleben)*	Im K. bezw. U.: az, hs (2), g(2), k, spk, s, vr(3), ab, ge, wk (2), pl (r), ba, ml. „ E. 1 = ba (ab). „ I.: 8 st, t(2), 2 ka, ab.	645,2 *25,5* *312,5* *90,5* *116,0* *100,7*	645,2 *25,5* *312,5* *90,5* *116,0* *100,7*	— *13,62* *12,22* *9,65* *6,72* *2,60*	2,72	(U. = 2,90) E. = 4,00 I. = 3,60 (2,90)	(1,20)	—	6 100,9	**69 101**	**70 796**

13			14		15			16	17					18
Kosten								Wert der Fuhren (in den Summen d. Sp. 12, 13 u. 15 enthalten)	Baustoffe und Herstellungsart der					Bemerkungen
des Gebäudes (einschl. der Heizungsanlage)			der Heizungsanlage		der Nebenanlagen									
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	im ganzen	für 100 cbm beheizt. Raumes	Einebnung, Pflasterung usw.	Umwehrungen	Brunnen		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ						
37 205 700 *(Veranda)*	100,1	9,9	1798 *)	122,4	—	—	—	2270 *(6,0 %)*	Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Rohbau mit sparsamer Verwendung von Formsteinen	Doppelpappdach	K. z. T. gewölbt, D. im wesentl. verschalte u. geputzte Sparren, sonst Balkendecken	Für die Grundmauern sind alte Materialien wiederverwandt. Bauleitungskosten 1404 ℳ (3,7 %).
41 130 2 200 *(tiefere Gründung)* 797 *(Veranda)*	109,0	10,5	2020	135,6	741 *(Entwässerung und Drainage)*	300	—	2442 *(5,4 %)*	„	„	Rohbau	„	Treppenhaus und Räucherkammer gewölbt, sonst wie vor	Bauleitungskosten 900 ℳ (2,0 %).
42 273	106,8	10,1	2350	—	1765 500 *(Aufräumung der Brandstelle)*	1103	—	1940 *(4,2 %)*	Feldsteine	„	„	„	Küchen im U. gewölbt, sonst Balkendecken	—
sige Bauten.														
25 600	111,2	11,2	650 *(Regulierfüllöfen)*	92,1	—	—	—	2800 *(10,2 %)*	Sandbruchsteine, Innenwände Ziegel	„	Rohbau, Sockel und Sohlbänke Werkstein	Falzziegel	K. gewölbt, sonst Balkendecken	Wie bei Nr. 3.
25 060 495 *(tiefere Gründung)* 1 054 *(Veranda)* 322 *(Abtritt)*	96,0	9,9	660 *(Kachelöfen)* 120 *(Regulierfüllöfen)*	101,1 68,7	629 142 *(Überbrückung des Grabens)*	1156	493 *(4,6 m)*	2076 *(7,1 %)*	„	„	Sockel hammerr. bearbeitete Bruchsteine, sonst wie vor	Holzzement	„	Wohnungen für einen Verwalter, den Hofmeister und die Wirtschafterin.
35 046	116,4	11,2	1345	123,4	—	—	—	3002 *(8,6 %)*	Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	„	Putzbau, Einfassungen Rohbau	Doppelpappdach	„	Die Tapezier- und ein Teil der Anstreicherarbeiten sind in den Kosten nicht enthalten. Im übrigen wie bei Nr. 3.
33 800	104,6	11,2	1360	138,0	7000	1850	—	5660 *(13,3 %)*	„	„	„	„	„	Wie bei Nr. 3.
70 795	109,7	11,6	2604 *(Kachel- und Regulierfüllöfen)*	133,4	—	—	—	—	Bruchsteine, Innenwände Ziegel	„	Putzbau, Sockel z. T. Werkstein, Gesimse Rohbau mit Verblendsteinen	Holzzement	K. gewölbt, Zwischenbau sichtbarer Dachverband, sonst Balkendecken	Bauleitungskosten 2514 ℳ (3,6 %).

*) Die Heizung erfogt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

Statistische Nachweisungen

über

ausgeführte Wasserbauten des preußischen Staates.

(Bearbeitet im Ministerium der öffentlichen Arbeiten.)

(Fortsetzung aus Heft X bis XII, Jahrgang 1901.)

Inhalt:

Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Wasserstraße. Provinzial-Behörde	Allgemeine Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Anzahl der unterzubringenden Fahrzeuge	Wassertiefe a) bei gewöhnl. Niedrigwasser, b) bei Mittelwasser	Sohle des Hafenbeckens: Länge	Sohle des Hafenbeckens: Breite	Sohle des Hafenbeckens: Grundfläche	Höhe der Ufereinfassung über der Hafensohle	Räumlicher Inhalt des Hafenbeckens (Spalte 10 u. 11)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
						m	m	m	qm	m	cbm
13	Sicherheitshafen*) **Tilsit,** Memel. Regierung Gumbinnen. *) Häfen Nr. 1 bis 12 sieh Seite 32 (Jahrg. 1901).	Das aus dem vollen Gelände ausgehobene Hafenbecken wird westlich durch einen hochwasserfreien Damm begrenzt; die übrigen den Hafen umgebenden Anschüttungen liegen 0,2 m unter dem höchsten H.W. Die Böschungen des Hafenbeckens sind zwischen N.W. und M. Sommer-W. durch Spreutlage befestigt, die übrigen mit Rasen belegt; die südliche Hafenseite, auf der von einer Genossenschaft ein Kornhaus errichtet ist, ist durch ein Anschlußgleis mit dem Bahnhof Tilsit verbunden. Der neben dem Schutzhafen belegene Holzhafen befindet sich in Privatbesitz.	99 bis 00	Sand mit Schlick, darunter gelber und grauer Grand	50 der im Memelgebiet verkehrenden Fahrzeuge	a) 1,6 b) 2,6	185	im Mittel 64	11 840	7,8	92 350
14	**Trappönen,** Memel. Regierung Gumbinnen.	Als Hafenbecken ist ein alter Stromarm benutzt, welcher erweitert und vertieft und durch einen an das höhere Gelände anschließenden Schutzdamm gegen den Strom gesichert ist. Die mit der Neigung 1:2 angelegten Uferböschungen sind ohne besondere Befestigung. Die Dammböschungen sind mit Rasen belegt oder mit Mutterboden bekleidet und besamt. Der Kopf des Dammes ist unter Wasser durch Packwerk, darüber durch Pflaster und Steinschüttung befestigt.	95 bis 97	Sand und Lehm	200 der im Memelgebiet verkehrenden Fahrzeuge	a) 1,2 b) 2,1	640	im Mittel 75	48 000	5,5 (Hafenstraße)	264 000
15	Sicherheits- und Fischereihafen: **Schulau,** Unterelbe. Regierung Schleswig.	Das Becken des im Flutgebiet liegenden Hafens ist aus dem vollen Gelände ausgehoben, die Einfahrt wird durch zwei 90 und 60 m lange Molenstege gebildet. Das auf der Nord- und Westseite von einem hochwasserfreien Schutzdeich umgebene Hafenbecken ist mit Erdböschungen eingefaßt, auf der Ostseite befindet sich eine Ladestraße mit vorgesetztem Bollwerk von 150 m Länge. Der vordere Teil des Hafenbeckens ist auf 1,5, der hintere auf 1 m unter mittl. N.W. ausgetieft. Die Molen haben einen Unterbau aus Sinkstücken und Packwerk mit Steinabdeckung. In Höhe von 1,5 über mittl. N.W. sind 3 m breite hölzerne Laufstege hergestellt, deren Joche aus gerammten Pfählen in 3 m Längsabstand bestehen, mit Längs- und Querholmen und Zangen. An der Hafenseite sind Sturmpfähle in Abständen von 9 m angeordnet. Die Außenseite der Molen ist mit einer Schutzbekleidung von 10 cm starken Bohlen versehen. Zum Schutze der Molenköpfe dienen kräftige Eisbrecher, einer vor der Ostmole und zwei vor der Westmole. Die Uferböschungen der Elbe zu beiden Seiten der Hafeneinfahrt sind durch Pflaster und Steinschüttung befestigt.	99 bis 00	Kleiboden	90 Ewer oder Fischereifahrzeuge	a) bei mittl. N.W. 1,5 bis 2,0 b) bei mittl. H.W. 3,5 bis 4,0	einschließlich der Molen 340	50	17 000	im Mittel 4,75	80 750
16	Sicherheits- und Verkehrshafen. **Rinteln,** Weser. Verwaltung des Kreises Rinteln. (Oberpräsidium Hannover).	Das aus dem vollen Gelände ausgehobene Hafenbecken wird durch einen hochwasserfreien Schutzdamm mit gepflasterten, dreifachen Außen- und zweifachen Innenböschungen und 2,5 m Kronenbreite vom Strome getrennt. Die Nordseite des Hafens ist durch eine Kaimauer eingefaßt, die übrigen Seiten durch gepflasterte Böschungen mit der Neigung 1:2. Für den Umschlagsverkehr sind auf der Nordseite ausgedehnte Lade- und Aufstellungsgleise sowie Lagerplätze angeordnet; auch ist hier von privater Seite ein hölzerner Speditionsschuppen errichtet. Die Hafengleise sind durch ein Verbindungsgleis an die Rintelner Bahnhöfe angeschlossen. Näheres sieh Zentralblatt d. Bauverw. 1902, S. 9).	98 bis 00	Lehm, darunter Kies und Gerölle	25 Weserkähne durchschn. Größe	a) 1,4 b) 3,3	270	im Mittel 53	14 310	6,1	87 580

Schnitt a – b

1:1500

Schnitt a – b

1:250

1:7500

1:7500

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Nutzbare Uferlänge	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Einheitskosten des Hafenbeckens			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten (Spalte 15)	Sonstige Bemerkungen.
	dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des Hafenbeckens und seiner Einfassungen	der zugehörigen Bauanlagen	unter Insgemein	1 cbm Beckenraum (Spalte 12 u. 17)	1 qm Grundfläche (Spalte 10 u. 17)	1 m nutzbare Uferlänge (Spalte 13 u. 17)		
m	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
450	125 000	123 420	—	107 120	4180[4])	12 120	1,16	9,0	238,0	—	
1250	164 000	162 000	26 970[2])	96 180	25 200[5])	13 650	0,96	2,0	76,9	—	
325	190 000	190 000	—	143 780	33 000[6])	13 220	1,76	8,5	442,1	—	
520	246 000	255 000[1])	43 700[3])	122 650	70 430[7])	18 220	1,40	8,6	235,9	Das Hafenbecken ist erheblich größer ausgeführt, als veranschlagt war, daher die Überschreitung trotz des in Bem. [1]) Spalte 24 erwähnten Umstandes.	—

1:10000

1:10000

Schnitt a—b

1:1000

Querschnitt durch die Mole.

1:40

Schnitt a—b

1:1000

Schnitt durch die Kaimauer.

1:30

[1]) Dem Bau ist sehr zu statten gekommen, daß ein großer Teil der für den Hafen auszubebenden Bodenmassen bei dem gleichzeitigen Bau der Nebenbahn Rinteln—Stadthagen Verwendung fand und deshalb ein entsprechender Teil der Kosten der Erdarbeiten von der Bahn übernommen wurde. Auch konnte der an Ort und Stelle gefundene Kies für die Betonarbeiten verwendet werden. Sieh die Bem. in Sp. 23.

[2]) 850 a Wiesenflächen 25170 ℳ, 1800 ℳ für Ablosungen.

[3]) Erworben sind rund 4 ha.

[4]) Rohrdurchlässe, Böschungstreppen, Haltepfähle.

[5]) 20500 ℳ für Herstellung des Verbindungskanals zwischen dem Lubbisteich und der Memel, ferner die Kosten der Durchlässe, Haltepfähle, Wegebefestigungen und Böschungstreppen.

[6]) Darunter 1 Spülschleuse mit 4984 ℳ, 2 Ladebühnen mit 5219 ℳ, 3 Eisbrecher mit 8239 ℳ, außerdem Zuwegungen, Pflasterarbeiten, Haltepfähle, Dalben und Poller.

[7]) Darunter die Kosten der Hafenmeisterwohnungen mit 15770 ℳ, außerdem der Gleisanlagen, eines fahrbaren Dampfkrans und zweier Kohlenrutschen; Kosten s. bei B. „Statistik der Bauarbeiten" Seite 102.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Gewässer. Provinzial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Bei der Berechnung der Standsicherheit angenommene Nutzlast	Länge des Bauwerks	Höhe der Mauer über: Unterkante des Grundbaues	Höhe der Mauer über: Oberkante des Grundbaues	Höhe der Mauer über: durchschnittl. Sohle des Gewässers	Höhe der Mauer über: Niedrigwasser	Ansichtsfläche über der durchschnittl. Sohle des Gewässers (Sp. 7 u. 10)	Querschnittsfläche des Mauerwerks	Grundfläche des Grundbaues
						m	m	m	m	m	qm	qm	qm
8	Ufermauer: *) **Stolpmünde,** vor dem Spirituslagerhaus im Innenhafen. Regierung Köslin. *) Ufermauern Nr. 1 bis 7 sieh Seite 4 (Jahrg. 1901).	Die Mauer ist auf ⅓ der Länge aus Granitbruchsteinmauerwerk, auf ⅔ der Länge aus Kiesbeton, verblendet mit Kunstzementsteinen, hergestellt. Hoher Pfahlrost mit hinten liegender Spundwand. Verankerung alle 2,5 m. Hinter der Spundwand ist eine Hinterfüllung von Kies eingebracht, 0,6 m stark.	99 bis 00	Sand, darunter Ton mit grobem Sand gemischt	—	168,5	9,90	1,55	6,50	1,50	1095	1,9	337
9	**Saßnitz,** Freiladefläche am Hafen. Regierung Stralsund.	Bis M. W. Steinschüttung mit vorgesetzter Wand aus vierkantigen Pfählen. Verankerungen alle 5 m. Die eigentliche Mauer besteht aus Bruchsteinmauerwerk. Reibepfähle in Abständen von 10 m.	92 bis 98	Fester Ton	—	187,0	6,70	2,50	7,50	3,40	1403	2,2	im Mittel 280
10	**Berlin,** Kupfergraben am Schinkelplatz. Ministerial-Baukommission.	Ziegelmauerwerk, im oberen Teil mit Sandstein, in den unteren Schichten mit Granitwerksteinen verblendet. Abdeckung mit Granitplatten. Gründung: Beton auf Pfählen zwischen Spundwänden.	00 bis 01	Sand, darunter Kies, stellenweis Schlammablagerungen über dem Kies	0,8 t auf 1 qm Grundfläche	188,3	6,70 Betonbett	4,00	6,30	4,36	1186	12,4[2])	473
11	**Berlin,** Spree, unterhalb der Stadtbahn. Ministerial-Baukommission.	Ziegelmauerwerk, zum geringen Teil Bruchsteinmauerwerk. Verblendung, Abdeckung und Gründung wie Nr. 10.	99 bis 00	Sand, in den oberen Lagen z. T. mit Schlamm und Schutt durchsetzt	0,8 t auf 1 qm Grundfläche	182,0	7,30	5,00	6,00	4,76	1238	13,8[2])	471
12	**Berlin,** Spree, an der Königl. Porzellan-Manufaktur. Ministerial-Baukommission.	Bruchstein-, zum Teil Ziegelmauerwerk, verblendet und abgedeckt mit Granitwerksteinen. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Auf den Abdecksteinen befindet sich eine 1,4 m hohe Brüstungsmauer aus Klinkermauerwerk, abgedeckt mit Zementplatten.	98 bis 99	Sand	2 t auf 1 qm Grundfläche	113,0	6,00	3,10	4,50	2,94	509	10,7	277
13	**Berlin,** Spandauer Schiffahrtskanal, zwischen Humboldthafen und Sandkrugbrücke. Ministerial-Baukommission.	Wie Nr. 10.	98 bis 00	Sand, z. T. mit Torf gemischt	0,4 t auf 1 qm Grundfläche	134,0	6,50 Betonbett	4,00	5,00	3,80	752	9,9[2])	281
14	**Glückstadt,** Binnenhafen. Regierung Schleswig.	Stampfbeton; die obere vordere Mauerkante ist durch ein Winkeleisen D. N. P. Nr. 12 geschützt. Hoher Pfahlrost mit hinterer Spundwand. In Abständen von je 9,6 m sind Reibehölzer, in Abständen von je 19,6 m verankerte Schiffshalteringe angebracht. Auch sind zur Abwässerung des Geländes 5 Einfallschächte mit Abflußrohren angeordnet. Die Mauer ist mit Ziegelbrocken und Sand hinterfüllt.	01 bis 02	Sieh Abbildung	1 t auf 1 qm Grundfläche	180,0	17,00 Pfahlspitzen	2,60 Rostbelag	5,10	4,50[1])	918	3,5	792
15	**Friedrichstadt,** Hafen. Regierung Schleswig.	Ziegelmauerwerk mit Klinkerverblendung, abgedeckt mit Granitplatten. Hoher breiter Pfahlrost mit hinterer Spundwand. Unter dem Rostbelag ist eine 30 cm starke Steinschüttung angeordnet. Reibepfähle in Abständen von 5 bis 6 m. 2 Wassertreppen, 1 hölzerne Landebrücke, 8 m lang, 3 m breit.	99 bis 00	Kleiboden, 9 m unter dem Rost Sandboden	1,8 t auf 1 qm Grundfläche	53,0	13,00 Pfahlspitzen	2,30 Rostbelag	4,00	3,80 gew. N. W.	212	2,6	345

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Kosten der Hauptteile des eigentl. Bauwerks		Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten (Spalte 16)	Sonstige Bemerkungen.
dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten und Wasserhaltung	Aufgehendes Mauerwerk	1 qm Grundfläche des Grundbaues (Sp. 14 u. 21)	des eigentlichen Bauwerks: 1 m Länge der Mauer (Sp. 7 u. 18)	des eigentlichen Bauwerks: 1 qm Ansichtsfläche (Sp. 12 u. 18)		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
69 000	69 000	—	64 690	—	4 310	53 770	10 920	159,6	38,4	59,1	—	[1] [2]
68 000	56 020[3]	—	29 530	25 300[5]	1 190	22 630	6 900	80,8	157,9	21,0	Sieh Bem. [4] Spalte 27	[3] [4] [5]
230 000	181 720	6210[4]	131 470	38 190[6]	5 850	72 000	59 470	152,2	698,2	140,9	Ersparnis infolge niedriger Verdingungspreise	[6] [7] [8] [9]
188 000	131 550	—	127 230	2 410[7]	2 210	65 540	61 690	139,1	609,1	102,8	desgl.	—
100 500	82 460	—	55 780	3 600[8]	23 080	31 600	24 180	114,0	493,6	109,6	desgl.	—
144 000	136 330	—	94 950	—	41 880	63 210	31 740	225,0	708,6	126,3	—	
125 100	91 100	—	80 900	500[9]	9 700	63 730	17 170	80,5	449,4	88,1	desgl.	
30 000	26 490	—	24 760	1 360	370	18 870	5 890	54,7	467,2	116,8	—	

Sonstige Bemerkungen (Spalte 27):

[1]) Im Binnenhafen (Dockhafen) wird das gewöhnliche Hochwasser gehalten.

[2]) Einschl. des Betonbettes.

[3]) An Stelle des veranschlagten Bollwerks ist eine Ufermauer ausgeführt.

[4]) 37 qm.

[5]) Hinterfüllung mit Erdboden 22 400 cbm für 20 700 ℳ, Planierung und Pflasterung 4600 ℳ.

[6]) Pflasterarbeiten.

[7]) Erhöhung der anstoßenden Ufermauer behufs Anschlusses.

[8]) Verlegung des Zufahrtweges.

[9]) Entwässerungsanlage.

1:400

Abb. zu Nr. 9.

1:400

Abb. zu Nr. 11.

1:400

Abb. zu Nr. 14.

1:400

Abb. zu Nr. 15.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Gewässer. Provinzial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Bei der Berechnung der Standsicherheit angenommene Nutzlast	Länge des Bauwerks m	Höhe des Bollwerkholmes über den Pfahlspitzen der Spundwand m	Höhe des Bollwerkholmes über der durchschnittl. Sohle des Gewässers m	Höhe des Bollwerkholmes über Niedrigwasser m	Bollwerkfläche vom Holm bis zu den Pfahlspitzen der Spundwand (Sp. 7 u. 8) qm	Ansichtsfläche über der durchschnittl. Sohle des Gewässers (Sp. 7 u. 9) qm
7	Uferschälung *) **Berlin,** Spreekanal zwischen Waisenbrücke und Stadtschleuse. Ministerial-Baukommission. *) Uferschälungen Nr. 1 bis 6 sieh Seite 6 (Jahrg. 1901).	Bis N.W. Spundwand, teils senkrecht, teils in in der Neigung 8:1. Darüber in Abständen von 2 m Ständer von I-Eisen, D.N.P. Nr. 24 mit eingeschobenen Monierplatten, deren Stärke von unten nach oben von 12 auf 7 cm abnimmt. Jeder Ständer ist an einer Monierplatte doppelt verankert. Bei der Bauweise 2 sind an jedem neunten oder zehnten Ständer verankerte Schiffsringe angebracht. (Näheres sieh Zentralblatt d. Bauverw. 1895, S. 481).	00 bis 01	Sand, in den oberen Lagen z. T. mit Schlamm gemischt	0,5 t auf 1 qm Grundfläche	828	7,30	5,0	3,00	6044	4140
8	**Rendsburg,** Hafen an der Obereider. Regierung Schleswig.	Bis Mittelwasser Spundwand mit äußerem Gurtholz, darüber Bohlwand hinter Grundpfählen in Abständen von 1,33 m. Vor jedem zweiten Bollwerkpfahl befindet sich ein Vorsetzpfahl. Verankerungen bei jedem Bollwerkpfahl.	93 bis 99	Steiniger Sandmergel und fetter Mergel	1,25 t auf 1 qm Grundfläche	206	11,40	6,4	2,13	2348	1318
9	**Geestemünde,** Fischereihafen. Regierung Stade.	Bollwerk mit vorgesetzter Laufbrücke. Die bis über M.N.W. reichende Spundwand ist durch zwei Reihen vorgesetzter Schrägpfähle in Abständen von je 0,5 m abgesteift. Die auf das äußere Gurtholz aufgesetzten Bollwerkständer haben 1 m Abstand. Verankerungen in Abständen von 4 m, mit je zwei diagonal auslaufenden Ankerpaaren. Die 2 m von einander entfernten Joche der Laufbrücke sind durch Zangen und Streben mit den Bollwerkständern verbunden. In Abständen von je 6 m wechseln Reib- und Anbindepfähle mit Sturmpfählen ab. Die Anbindepfähle sind besonders an Bohlentafeln verankert. (Näheres sieh Zentralblatt d. Bauverw. 1897, S. 358.)	96 bis 97	Soweit das Bollwerk im festen Lande erbaut wurde, Klei, darunter Darg u. Sand; auf dem in das freie Wasser gebauten Teile Schlick, darunter Klei und Sand	–	1231	11,85	5,7	5,50	14006	7034
10	**Emden,** Zungenkai am Hafen. Regierung Aurich.	Bis 1 m unter gewohnlichem Niedrigwasser Spundwand mit doppelter Gurtung, darüber Bohlwand hinter den Vorsetzpfahlen. Gegenseitiger Abstand der letzteren 1,25 m, der Verankerungen 2,6 m. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen 1902, S. 451.)	96 bis 97	Festgelagerter Sand	1 t auf 1 qm Grundfläche	410	11,60	5,8	2,00	5104	2552

1:200 Bauweise 1. 1:200 Bauweise 2.

1:400

1:400

1:400

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Einheitskosten des eigentlichen Bauwerks			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten (Spalte 14)	Sonstige Bemerkungen.
dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	1 m Länge des Bollwerks (Sp. 7 u. 16)	1 qm Bollwerkfläche (Sp. 11 u. 16)	1 qm Ansichtsfläche (Sp. 12 u. 16)		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
275 000	252 000	—	217 300	—	34 700²)	262,4	36,0	52,5	Ersparnis infolge niedriger Verdingungspreise	¹) Baggerarbeiten . . . . 37 707 ℳ Pflasterung . . . . . 12 305 „ Hafengleise . . . . . 26 127 „ Kran . . . . 8 656 „ 3 Landebrücken . . . . 5 383 „ Beleuchtung . . . . . 1 367 „ ²) Davon 12 400 ℳ für Beseitigung des alten 820 m langen Bollwerks. ³) Darunter 12 677 ℳ für Bauleitung. ⁴) Die Insgemeinkosten sind anderweit veranschlagt und verrechnet.
224 300	217 250	—	83 400	91 640¹)	42 210³)	404,9	35,5	63,3	desgl.	—
1 168 000	1 089 000	—	1 089 000	—	—⁴)	882,5	77,8	154,9	desgl.	—
185 000	187 870	—	180 820	—	7 050	411,0	35,4	70,9	—	—

1 : 400

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Gewässer. Provinzial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Länge des Bauwerks	Höhe der Oberkante über		Ansichtsfläche über der durchschnittlichen Sohle (Vertikalprojektion Sp. 6 u. 7)
						der durchschnittlichen Sohle des Gewässers	gewöhnlichem Niedrigwasser	
					m	m	m	qm
1	Ufereinfassung: **Glogau,** fiskalischer Winterhafen. Oberpräsidium Breslau.	Gepflasterte Böschung auf Kiesbettung und Ziegelschotter in der Neigung 1:1,5, gestützt auf eine bis N.W. reichende Reihe von Rundpfählen mit dahinter liegender Steinpackung.	94 bis 96	Sand	120,0	5,85	4,85	702
2	**Berlin,** Spree zwischen Gondelbucht und Lutherbrücke. Ministerial-Baukommission.	Bis N.W. Spundwand in der Neigung 1:1/4, darüber Klinkerrollschicht mit der Neigung 1:1,16 auf einer im Mittel 0,20 m starken Lage von Kiesbeton; über H.W. Rasenböschung. Die Spundwand ist landseitig durch ein 16/25 cm starkes Gurtholz, wasserseitig durch ein 10/100 mm starkes Flacheisen gesichert.	96 bis 98	Feiner, darunter gröberer Sand und Kies	355,4	3,88	1,83	1361
3	**Berlin-Charlottenburg,** Verbindungskanal. Ministerial-Baukommission.	Klinkerrollschicht in der Neigung 1:1½ in Zementmörtel auf einer oben 10 cm starken, nach unten auf 16 cm zunehmenden Unterlage aus Kiesbeton. Der verstärkte Fuß wird durch ein 25 cm hohes Schalbrett mit in Abständen von 0,5 m vorgesetzten Buhnenpfählen gesichert. Vor diesen ist die im Verhältnis 1:4 geneigte Böschung durch Rasen und Schilf befestigt. In Abständen von 60 m sind bis auf 1,5 m über Niedrigwasser reichende Wassertreppen aus Klinkern eingebaut mit anschließenden Karrbahnen in der Neigung 1:10; als Podeste sind Granitplatten verwendet.	99 bis 02	Sand	5640,0	3,05 (Fußpunkt der Schilfpflanzung)	2,45	17 202
4	**Emden,** Falderndelft am Strohdeich. Regierung Aurich.	Rundpfahlreihe in Abständen von 1 m mit aufgezapftem Holm; dahinter Faschinenpackwerk und Erdschüttung, befestigt durch Bruchsteinpflaster auf Ziegelschotter mit der Neigung 1:1. Jeder vierte Pfahl ist an einer Bohlentafel verankert.	98 bis 01	Kleiboden	242,0	3,70	1,20	895
5	**Wesel,** Sicherheitshafen. Oberpräsidium Koblenz.	Bis 1,5 m über M.W. Steinschüttung, 1 m stark, mit Pflasterdecke, darüber bis zur Dammkrone Basaltsteinpflaster auf Kiesbettung. Die 2,5 m breite Dammkrone ist durch Klinkerpflaster befestigt.	96 bis 97	Scharfer Flußsand	500,0	11,20	8,22	5600
6	**Kostheim,** kanalisierter Main. Böschungsbekleidung der großen Schleusenkammer. Regierung Wiesbaden.	Im Verhältnis 1:1 geböschte Steinpackung, oben 0,55 m, am Fuß 1 m stark; die Oberfläche besteht aus glattem Basaltsteinpflaster in Zementmörtel. Der kofferartig verstärkte Fuß stützt sich gegen eine größtenteils schon von früher her vorhandene Spundwand, welche mit neuen Doppelzangen versehen wurde.	01 bis 02	Sand und Kies, z. T. mit Letten	255,0	5,80	3,47	1479

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Gesamtkosten der ganzen Bauanlage nach		Kosten				Einheitskosten der ganzen Bauanlage berechnet nach		Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten (Spalte 11)	Sonstige Bemerkungen.
dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	1 m befestigter Uferlänge (Sp. 6 u. 13)	1 qm Ansichtsfläche (Sp. 9 u. 13)		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
51 600	54 550	—	21 100	30 190[1])	2 900	175,8	30,1	—	[1]) Gleisverlegungen und Pflasterarbeiten der Wege und Lagerplätze. [2]) Ufertreppen, Anbindepfähle, Geländer usw. [3]) Baggerarbeiten zur Verbreiterung des Kanalbettes. [4]) Für Wegebefestigungen . 1010 ℳ. „ Landebrücken . . . 1700 ℳ. [5]) 1340 qm Klinkerpflaster auf der Dammkrone. [6]) Leinpfadpflaster und Wiederherstellung von Böschungstreppen. [7]) Davon für Abbruchsarbeiten 3100 ℳ. [8]) Davon 2417 ℳ für Abbruch der alten Böschung.
59 000	57 500	—	37 550	3 650[2])	16 300	105,7	27,6	—	
415 000	414 800	—	360 130	11 280[3])	10 090	63,9	21,6	—	—
32 000	31 100	—	21 100	2 810[4])	7 190[7])	87,2	23,6	—	—
66 500	62 810	—	44 380	3 280[5])	15 180	88,6	7,9	—	—
37 500	35 750	—	28 420	900[6])	6 430[8])	111,5	19,2	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
					Wasserquerschnitt in der Überführung			Brückenüberbau					
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, unterführtes Gewässer oder unterführte Straße. Provinzial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Breite a) in der Sohle, b) im Wasserspiegel m	Wassertiefe bei höchstem Wasser m	Inhalt bei höchstem Wasser qm	Gesamte Lichtweite der Öffnungen m	Breite zwischen den Außenkanten m	Grundfläche (Spalte 9 u. 10) qm	Gesamtlänge einschl. der Landpfeiler m	Grundfläche der Brückenbahn (Spalte 10 u. 12) qm	Höhe der Kanalwände über der mittleren Flußsohle oder unterführten Straße m
1	Brückenkanal: **Olfen,** Dortmund-Ems-Kanal, Kil. 23,38. Lippefluß. Oberpräsidium Münster.	3 gewölbte Segmentbogen von je 21 m Weite in Kämpferhöhe, dazwischen je 2,9 m im Mittel starke Pfeiler aus Bruchsteinmauerwerk (Sandstein mit Sandsteinverblendung). Gründung: unmittelbare Aufmauerung auf festen Boden. Zur Ausfüllung der Bogenzwickel ist Traßbeton verwendet. Darüber und auf der Innenseite der Mauern liegt eine 3 mm breite Bleidichtung. Zu ihrem Schutze ist das Kanalbett seitlich mit Bohlen ausgekleidet, während die Sohle durch Klinkerpflaster auf Lehmbettung befestigt ist. Der Anschluß an die Kanaldämme ist durch Lehmschüttungen bewirkt. Die Leinpfade sind auf den Brüstungsmauern übergeführt. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauw. 1901, S. 586.)	92 bis 99	Fester Mergel	a) 18,2 b) 18,3	3,0	51,9	63,0	24,8	1562	101,8	2525	18,2
2	**Olfen,** Kil. 27,22. Steverfluß, sonst wie Nr. 1.	3 gewölbte Segmentbogen von je 12,66 m Weite, dazwischen 2 je 2,4 m im Mittel starke Pfeiler. Bruchsteinmauerwerk mit Sandsteinverblendung. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Im übrigen wie Nr. 1.	93 bis 97	Sand	a) u. b) 18,0	3,0	54,0	38,0	23,5	893	70,2	1650	15,0
3	**Greven,** Kil. 78,67. Emsfluß, sonst wie Nr. 1.	4 gewölbte Segmentbogen von je 12,6 m Weite im Kämpfer, dazwischen 3 Pfeiler, je 2 m im Kämpfer, 4,2 m in der Flußsohle. Die Pfeiler, Flügel und Leinpfade sind durchweg aus Bruchsteinmauerwerk (Sandstein-Schichtenmauerwerk) in Traßmörtel, die vorspringenden Teile der Pfeiler, die Gesimse und Aufbauten sind aus Werksteinen von Sandstein hergestellt. Im übrigen wie Nr. 1. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 583.)	93 bis 98	Mergel	a) 18,16 b) 18,10	3,0	54,3	50,4	23,6	1180	112,4	2653	15,0
4	**Olfen,** Kil. 26,68. Kreischaussee Olfen-Selm, sonst wie Nr. 1.	Die Kanallinie bildet mit der Straßenachse einen Winkel von 63°. Die rechtwinklig zur Straßenachse gemessene 8 m weite Öffnung ist durch ein schiefes Gewölbe (Segmentbogen) überdeckt. Bruchsteinmauerwerk mit Sandsteinverblendung. Gründung: unmittelbar auf dem tragfähigen Sandboden. Der Rücken des Gewölbes und die Kanalwände sind mit Bleiplattenlage auf 2,5 cm starkem Zementputz abgedeckt. Im übrigen wie Nr. 1. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 587.)	94 bis 97	Mergel mit Sand	a) u. b) 18,0	3,0	54,0	8,0	26,0	208	31,6	822	9,0
5	**Olfen,** Kil. 28,26. Kreischaussee Olfen-Ludinghausen, sonst wie Nr. 1.	Die 8 m weite, 4,1 m hohe Öffnung ist durch ein Gewölbe überdeckt. Bruchsteinmauerwerk mit Sandsteinverblendung. Gründung: unmittelbar auf dem tragfähigen Sandboden. Sonst wie Nr. 1.	93 bis 96	Mittelschiefer, trockener Sandboden	a) u. b) 18,0	3,0	54,0	8,0	25,0	200	30,8	770	8,5
6	**Datteln,** Kil. 22,23. Feldweg von Datteln nach Gehöft Klauke, sonst wie Nr. 1.	1 gewölbter Bogen von 7 m Weite und 1,5 m Höhe. Bruchsteinmauerwerk aus Sandstein mit desgl. Werksteinverblendung. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Der Rücken des Gewölbes und die Kanalwände sind durch einen 20 bis 15 mm starken Asphaltputz und durch Zementputz sowie eine ¹ Stein starke Klinkerrollschicht bekleidet. Bohlenauskleidung der Kanalwände und Lehmdichtung wie bei Nr. 1. Neben dem Fahrweg wird zugleich ein Bach unterführt, dessen Bett durch Sandsteinplatten überdeckt ist, welche als Fußweg dienen.	93 bis 96	Fester Ton	a) u. b) 18,0	3,0	54,0	7,0	25,0	175	31,8	795	9,5

Zu Nr. 1: 1:100 Grundriß. — Querschnitt. 1:80

Zu Nr. 2: 1:80 Ansicht und Längenschnitt.

Zu Nr. 3: 1:100 Grundriß. — 1:80 Querschnitt.

Zu Nr. 4: 1:80 Ansicht und Längenschnitt.

Zu Nr. 5: Ansicht und Längenschnitt. 1:80

Zu Nr. 6: 1:80 Längenschnitt.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Umbauter Raum (Spalte 13 u. 14)	Grundfläche des Grundbaues	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Kosten der Hauptteile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten (Spalte 18)	Sonstige Bemerkungen.
		dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten u. Wasserhaltung	Pfeiler und Überbau	Dichtungen, Pflaster, Geländer usw.	des Grundbaues 1 qm Grundfläche (Spalte 16 u. 23)	des eigentlichen Bauwerks für 1 qm Grundfläche d. Brückenbahn (Spalte 13 u. 20)	des eigentlichen Bauwerks für 1 cbm umbauten Raumes (Spalte 15 u. 20)		
cbm	qm	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
45 955	1021	659 580	645070[1]	—	632080	7920	5070	21280[2]	521910	88 890	20,8	250,3	13,8	Ersparnis infolge eingeschränkter Abmessungen bei der Ausführung.	[1]) Die Grunderwerbs- und Bauleitungskosten sind anderweit veranschlagt und verrechnet. [2]) Davon für Wasserhaltung rd. 5500 ℳ, das Grundmauerwerk ist in Spalte 24 mit eingerechnet. [3]) Davon für Wasserhaltung 8550 ℳ.
24 750	491	477 300	434000[1]	—	421 180	5400	7120	98340[3]	255520	67 320	200,3	255,3	17,0	Ersparnis infolge niedriger Verdingungspreise.	—
39 795	1500	810 000	890720[1]	—	828900	3840	57 980	191 530	474890	162480	127,7	312,4	20,8	Überschreitung infolge hoher Verdingungspreise, veranlaßt durch die Entlegenheit der Baustelle.	—
7 398	257	111 000	109800[1]	—	104190	—	5610	7 400	73190	23 600	28,8	126,8	14,1	—	—
6 545	391	85 000	91720[1]	—	89470	—	2250	1 150	67950	20370	2,9	116,2	13,7	Überschreitung infolge Hinzutretens der nicht veranschlagten Asphalt- und Bleidichtung.	—
7 553	374	107 000	118000[1]	—	115980	—	2010	21 520	79910	14 550	57,6	145,9	15,4	Überschreitung infolge hoher Verdingungspreise, sowie Hinzutretens der nicht veranschlagten Asphalt- und Bleidichtung.	—

Ansicht und Längenschnitt. 1:800

1:1200 Grundriß. 1:800 Querschnitt.

Ansicht und Längenschnitt. 1:800

1:600 Querschnitt. 1:1200 Grundriß.

1:600 Querschnitt. 1:1000 Grundriß.

1:600 Querschnitt. 1:1000 Grundriß.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Schiffahrtskanal. Provinzial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Abgesperrter Kanalquerschnitt: Breite	Tiefe (bei höchstem Wasser im Kanal)	Fläche (bei höchstem Wasser im Kanal)	Grundfläche des Grundbaues	Gesamtkosten der Bauanlage nach dem Anschlage	Gesamtkosten der Bauanlage nach der Ausführung
					m	m	qm	qm	ℳ	ℳ
1	Sicherheitstor: **Henrichenburg,** Dortmund-Ems-Kanal, Kil. 2,58 des Zweigkanals nach Herne. Oberpräsidium Münster.	Eisernes um eine wagerechte Achse drehbares Segmenttor, welches, um den Schiffen freien Durchgang zu gewähren, für gewöhnlich über Wasser liegt und im Gebrauchsfalle in das Wasser niedergelassen wird. Die den Abschluß des Kanals bildende Torfläche wird durch ein eisernes Fachwerk unterstützt. Zu beiden Seiten des Kanalbettes sind gemauerte Landpfeiler aus Bruchsteinmauerwerk unter teilweiser Verwendung von Granit- und Basaltwerksteinen angeordnet, welche den seitlichen Anschlag des Tores bilden. Gründung: Beton ohne Spundwände. Den unteren Anschlag bildet eine in der durchgehenden Betonsohle eingebettete Granitschwelle. Die durch Gegengewichte erleichterte Bewegung erfolgt durch kräftige Winden auf den Landpfeilern. Die Sohle und die Böschungen des Kanalbettes zu beiden Seiten des Tores sind durch Pflaster befestigt. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen Jahrg. 1902, S. 99.)	97 bis 99	Mergel	18,0	3,0	54,0	258,0	85 000	113 070[1])
2	**Datteln,** Dortmund-Ems-Kanal, Kil. 21,58 des Hauptkanals. Oberpräsidium Münster.	In allem wie Nr. 1.	96 bis 99	desgl.	18,0	3,0	54,0	258,0	85 000	112 330[1])
3	**Olfen,** Kil. 29,50, sonst wie Nr. 2.	desgl.	96 bis 99	desgl.	18,0	3,0	54,0	258,0	85 000	112 230[1])
4	**Deusen,** Kil. 1,97, sonst wie Nr. 2.	Im allgemeinen wie Nr. 1. Abweichende Bauart des beweglichen Teiles und der Bewegungsvorrichtungen. Nur eine Antriebwinde auf dem einen Landpfeiler. Zum Wasserausgleich sind in beiden Landpfeilern eiserne Umlaufrohre von 0,50 m Durchmesser mit Absperrschiebern angeordnet. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen Jahrg. 1902, S. 103.)	96 bis 99	Lehm und Sand	18,0	3,0	54,0	258,0	76 000	101 040[1])
5	**Waltrop,** Kil. 13,66, sonst wie Nr. 2.	Wie Nr. 4	96 bis 98	Mergel	18,0	3,0	54,0	258,0	70 000	80 600[1])
6	**Greven,** Kil. 78,90, sonst wie Nr. 2.	Im linken Landpfeiler ist eine Entlastungsvorrichtung eingebaut, bestehend aus drei Abflußkanälen mit Schieberverschluß, die in einen Sammelkanal münden. Vor den Abflußkanälen befinden sich Vorkammern mit je drei Schieberschützen zur Regelung des Abflusses. Im übrigen wie Nr. 4. (Die Weiterführung des Wassers aus dem Sammelkanal zur Ems durch eine mehrstufige Kaskade ist anderweit veranschlagt und verrechnet.)	97 bis 99	Sandiger Ton	18,0	3,0	54,0	258,0	92 000	110 830[1])
7	**Saerbeck,** Kil. 90,26, sonst wie Nr. 2.	Wie Nr. 4	97 bis 99	Sand	18,0	3,0	54,0	258,0	79 000	116 780[1])

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Kosten				Kosten der Hauptteile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten (Spalte 11)	Sonstige Bemerkungen.
des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten und Wasserhaltung	Aufgehendes Mauerwerk	Verschlußvorrichtung und sonstige Eisenarbeiten	des Grundbaues, 1 qm Grundfläche (Sp. 9 u. 16)	des eigentlichen Bauwerks 1 m Breite des Kanals (Sp. 6 u. 13)	des eigentlichen Bauwerks 1 qm Kanalquerschnitt (Sp. 8 u. 13)		
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		
—	108 480	1340	3250	15 590	23 650	69 240 (11 640)[3]	60,4	6026,7	2008,9	Überschreitung infolge hoher Verdingungspreise und nachträgliche Abänderungen der Bewegungsvorrichtungen	[1]) Die Grunderwerbs- und Bauleitungskosten sind anderweit veranschlagt und verrechnet. [2]) Davon 6840 M für die Schieberschutzen und Winden der Entlastungsvorrichtung. [3]) Die eingeklammerte Zahl bedeutet die Kosten der nachträglichen Abänderung der Bewegungsvorrichtung.
—	105 150	1430	5750	13 490	24 590	67 070 (9780)[3]	52,3	5841,7	1947,2	desgl.	—
—	106 200	930	5100	14 120	25 210	66 870 (9500)[3]	54,7	5900,0	1966,7	desgl.	—
—	91 730	1920	7390	20 420	23 010	48 300	79,1	5096,1	1698,7	desgl.	—
—	84 670	2670	2320	14 240	21 130	49 300 (769)[3]	55,2	4703,9	1568,0	desgl.	—
—	97 860	8890[2])	1060	23 920	28 560	45 380 (461)[3]	92,7	5436,7	1812,2	desgl.	—
—	110 390	2820	3570	30 740	31 030	48 620	119,1	6132,8	2044,3	desgl.	—

1 : 400

1 : 400

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Wasserstraße. Provinzial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Größtes Schleusengefälle m	Lichte Weite a) in den Häuptern, b) in der Schleusenkammer m	Schleusenkammer, nutzbare: Länge m	Breite*) m	Grundfläche qm	Innenraum der Kammer und Häupter: Länge m	durchschnittliche Breite m	Grundfläche qm	Höhe der Kammermauer über der Kammersohle m	Inhalt cbm	Flächeninhalt des Grundbaues qm
55	Kammerschleuse* **Guszianka** Masurische Wasserstraße. Regierung Gumbinnen. *) Schleusen Nr. 1 bis 29 sieh S. 14, Nr. 30 bis 54, S. 56 (Jahrg. 1901).	Kammerschleuse mit geböschten Kammerwänden. Der Oberdrempel liegt 1,65 m höher als der Unterdrempel. Die Häupter sind aus Klinkermauerwerk hergestellt unter Verwendung von Eisenklinkern für die vorspringenden Ecken und die Wendenischen und von Granitwerksteinen für die Drempel. Die im Verhältnis 1 : ¼ geneigten Kammerwände bestehen aus einer 0,30 m starken Lage aus Stampfbeton. Gründung. Beton zwischen Spundwänden. Die Füllung und Entleerung der Kammer erfolgt durch kurze Umläufe in den Häuptern mit Rollschützenverschluß, außerdem durch Schützen in den eisernen Toren. Über das Unterhaupt führt eine 5 m breite Wegebrücke (Blechträger mit Bohlenbelag).	99 bis 00	Sand, darunter festgelagerter Kies	3,00	a) 7,5 b) 7,5 in der Sohle	45,0	8,1	365	63,6	7,8	496	5,41	2683	897
56	Schleppzugschleuse **Rathenow** Havel. Regierung Potsdam	Schleppzugschleuse mit geböschten Kammerwänden. Der Oberdrempel liegt 1,52 m höher als der Unterdrempel. Die Häupter sind aus Klinkermauerwerk hergestellt unter Verwendung von Granitwerksteinen für die Drempel und äußeren Kanten, die Wendenischen sind mit Gußstahl bekleidet. Die im Verhältnis 1 : ¼ geneigten Kammerwände bestehen aus einer im Mittel 0,60 m starken Lage von Stampfbeton mit ½ Stein starker Klinkerverblendung. Gründung der Häupter und Kammer: Beton zwischen Spundwänden. Die Füllung und Entleerung der Kammer geschieht durch kurze Umläufe mit Rollschützenverschluß, außerdem durch Schütze in den eisernen Toren. Über das Unterhaupt führt eine eiserne Wegebrücke mit 5,50 m breiter gepflasterter Fahrbahn und 2 je 1,25 m breiten Fußwegen.	98 bis 01	Festgelagerter Kies	1,38	a) 9,6 b) 7,4 in der Sohle	210,0	10,2 (0,70 m über d. Sohle)	2142	240,6	9,6	2367	5,90	13965	3723
57	Deichschleuse **Emden** (Nesserlander Siel) Vorflutkanal (nicht schiffbar) Regierung Aurich.	2 nebeneinanderliegende je 8,60 m weite Öffnungen mit je 2 Sturmflutpaaren und 1 Ebbetorpaar. Das Bauwerk ist aus Klinkermauerwerk mit teilweiser Verwendung von Werksteinen aus Basaltlava und Sandstein aufgeführt und auf Pfahlrost gegründet. An beiden Stirnseiten und über den 3 Drempeln sind Querspundwände angeordnet. Die Drempel sind aus Eichenholz hergestellt, die Ebbetore haben zu Spülzwecken 4 m breite und 4,10 m hohe, durch eiserne Rollschützen verschließbare Öffnungen. Die Sohle und Böschungen der beiderseitigen Vorböden sind durch Basaltpflaster auf Ziegelbrocken befestigt. Der Anschluß der Häupter an das regelrechte Kanalprofil wird durch verankerte Spundwände vermittelt. Über das Siel führt eine 1,50 m breite eiserne Fußgängerbrücke, Parallelträger mit Bohlenbelag. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen 1902, S. 309.)	95 bis 97	Klei	—	a) 8,6	—	—	—	Beide Durchlaßöffnungen zusammen: 26,8	19,5	523	9,3	4864	887

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Kosten der Hauptteile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten (Spalte 18)	Sonstige Bemerkungen.
dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten und Wasserhaltung	Kammerwände und Häupter	Schleusentore, Umlaufschützen u. dgl.	des Grundbaues 1 qm Grundfläche (Sp. 16 u. 23)	des eigentlichen Bauwerks 1 qm Grundfläche des Innenraumes (Sp. 13 u. 20)	des eigentlichen Bauwerks 1 cbm Inhalt des Innenraumes (Sp. 15 u. 20)		*) Gemessen 0,4 m über der Kammersohle.
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
205 000	204 830	—	167 720	18 100³)	19 000	99 490⁶)	57 310	10 920	114,8	338,1	62,5	—	¹) Die Grunderwerbs- und Bauleitungskosten sind anderweit veranschlagt und verrechnet. ²) Die Grunderwerbskosten sind anderweit veranschlagt und verrechnet. ³) Davon für den Brückenüberbau 2670 ℳ, für die Zufahrtkanäle am Ober- und Unterhaupt einschl. Befestigung der Sohle und Böschungen 15 430 ℳ. ⁴) Überbau der Wegebrücke über das Unterhaupt. ⁵) Brückenüberbau 1330 ℳ, Sohlen- und Böschungsbefestigung am Außen- und Binnenhaupt einschl. der Übergangsspundwände rd. 29 000 ℳ. ⁶) Davon 12 570 ℳ für Wasserhaltung. ⁷) Darunter für Wasserhaltung 20 850 ℳ, für Aussteifung der Spundwände 5000 ℳ.
450 500	404 300	—²)	350 930	9 370⁴)	41 000	220 050⁷)	106 530	24 350	59,1	148,3	25,1	Ersparnis infolge niedriger Verdingungspreise	
303 000	280 000¹)	—	248 930	30 330⁵)	740	97 190	91 080	60 660	109,6	176,0	51,2	desgl.	—

1:600

Schnitt a—b 1:600

1:600

Schnitt abcd 1:600

Schnitt c—d 1:600

Schnitt a—b 1:600

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues. Über- und unterführtes Gewässer. Provinzial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Überführter Kanal Breite a) in der Sohle, b) im Wasserspiegel m	Tiefe bei höchstem Wasser m	Querschnitt bei höchstem Wasser qm	Durchflußraum des Dückers oder Durchlasses Länge einschl. der etwaigen Vorhäupter m	Querschnittsfläche qm	Inhalt (Spalte 9 und 10) cbm	Grundfläche des Grundbaues qm
	Dücker:										
1	**Hablnghorst,** Dortmund-Ems-Kanal. Kil. 3,07 des Zweigkanals nach Herne. Emscher. Oberpräsidium Münster.	3 Korbbogengewölbe von je 8 m Lichtweite, der mittlere 3,25, die beiden seitlichen je 3,05 m hoch. Pfeiler, Gewölbe, Kanalwände usw. Sandbruchsteinmauerwerk. Die Übermauerung besteht aus Magerbeton. Gründung: Beton zwischen eisernen Spundwänden. Die Vorböden sind abgepflastert. Mit dem Dücker ist eine Ablaßvorrichtung und eine 3,50 m breite eiserne Parallelwegbrücke verbunden. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 601.)	94 bis 96	Harter Mergel	a) u. b) 18,50	3,0	55,5	37,2	61,2	2277	1220
					1:600 Längenschnitt						
2	**Pöpplnghausen,** Kil. 8,01 des Zweigkanals nach Herne. Landwehrbach. sonst wie Nr. 1.	2 Öffnungen hufeisenförmig überwölbt je 2,5 m breit, 2,10 m hoch; Bruchsteinmauerwerk. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Über dem Gewölbe ist eine Lehmschüttung angeordnet. Zur Spülung des Dückers ist am Einlauf eine Abschlußvorrichtung mit Schützenverschluß angebracht. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 597.)	93 bis 94	desgl.	a) 17,20 b) 30,75	3,0	72,0	60,8	8,2	499	486
					1:500 Längenschnitt						
3	**Lüdinghausen,** Dortmund-Ems-Kanal. Kil. 42,37. des Hauptkanals Kleuterbach. Oberpräsidium Münster.	2 überwölbte Öffnungen, je 5,10 m breit, 3,10 m hoch. Klinkermauerwerk, Gewölbestirnen und Abdeckplatten aus Basaltwerksteinen. Die Gewölbe sind mit Siebelschen Bleiplatten abgedeckt. Gründung: Pfahlrost. Die Bachanschlüsse sind durch Pflaster in der Sohle auf Buschpackung, in den Böschungen auf Schotterunterlage befestigt. Über das Oberhaupt führt eine eiserne Parallelwegbrücke von 4,50 m Breite mit Bohlenbelag. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 600.)	94 bis 97	Sand mit Senkel	a) 20,00 b) 26,00	3,0	69,0	36,0	29,3	1055	566
					Einlauf Auslauf 1:500 Längenschnitt						
4	**Lüdinghausen,** Kil. 43,63. Nonnenbach. sonst wie Nr. 3.	1 Öffnung, Halbkreisgewölbe, Klinkermauerwerk; Gewölbestirnen und Abdeckplatten aus Basaltwerksteinen. Das Gewölbe ist mit Siebelschen Bleiplatten abgedeckt. Gründung: Pfahlrost zwischen Spundwänden. Die Kanalsohle ist über dem Dücker mit Bruchsteinpflaster in Traßmörtel befestigt, die Bachanschlüsse mit Trockenpflaster in der Sohle auf Buschpackung, in den Böschungen auf Schotterunterlage. Über das Oberhaupt führt eine eiserne Parallelwegbrücke, 4,5 m breit mit Bohlenbelag.	94 bis 97	Senkel, darunter Mergel	a) 21,00 b) 27,00	3,0	72,0	37,1	11,1	412	324
					1:450 Längenschnitt						
5	**Senden,** Kil. 46,16. Steverbach. sonst wie Nr. 3.	3 überwölbte Öffnungen, Klinkermauerwerk, z. T. Sparbeton, Gewölbestirnen und Abdeckplatten aus Basaltwerksteinen. Gründung: Pfahlrost zwischen Spundwänden. Die Gewölbe sind mit Siebelschen Bleiplatten abgedeckt. Am Oberhaupt sind über jeder Durchflußöffnung Auslässe vorhanden, abgeschlossen durch mit Schraubenspindeln bewegliche Buckelplattenschieber. Das oberhalb und unterhalb anschließende Bachbett ist in der Sohle durch Pflaster auf Buschpackung, in den Böschungen durch Pflaster auf Schotterunterlage befestigt. Sohle und anschließende Böschungen des überführten Kanals sind ebenfalls gepflastert. Am Einlauf sind 2 hölzerne Eisbrecher angeordnet.	94 bis 97	Mergel	a) u. b) 21,50	3,0	64,5	33,6	35,8	1203	753
					Einlauf Auslauf 1:500 Längenschnitt						

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Kosten der Hauptteile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten (Spalte 14)	Sonstige Bemerkungen.
dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Gründung einschl. Wasserhaltung	Düekerkanal nebst etwaigen Häuptern und Vorkammern	Dichtungen, Pflaster, Geländer usw.	des Grundbaues für 1 qm Grundfläche (Spalte 12 und 19)	des eigentlichen Bauwerks für 1 m Länge (Spalte 9 und 16)	des eigentlichen Bauwerks für 1 qm Durchflußraum (Spalte 11 und 16)		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
200 000	220 630[1])	—	208 710	7470[2])	4450	85 220	119 840	3650	69,9	5610,5	91,7	Überschreitung infolge hoher Verdingungspreise und Mehrarbeiten.	[1]) Die Grunderwerbs- und Bauleitungskosten sind anderweit veranschlagt und verrechnet. [2]) Entleerungsvorrichtung 2150 ℳ, Parallelwegbrücke 5320 ℳ. [3]) Abschlußvorrichtung am Oberhaupt.
30 000	29 990[1])	—	27 120	1400[3])	1470	14 650	10 660	1810	30,1	416,1	54,8	—	[4]) 2 hölzerne Eisbrecher.
129 000	143 600[1])	—	134 170	1770	7660	60 580	63 770	9820	107,5*	3726,9	127,2	Überschreitung infolge hoher Verdingungspreise	—
82 000	98 470[1])	—	89 690	1670	7110	48 840	33 500	7350	150,7	2417,6	217,7	desgl.	—
162 000	182 130[1])	—	171 340	1190[4])	9600	79 580	78 280	13 480	105,7	5099,4	142,4	Überschreitung infolge nicht veranschlagter Mehrarbeiten.	—

1 : 600 Querschnitt

1 : 1000 Grundriß

1 : 700 Querschnitt

1 : 500 Querschnitt

1 : 450 Querschnitt

1 : 500 Querschnitt

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues. Über- und unterführtes Gewässer. Provinzial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Überführter Kanal: Breite a) in der Sohle, b) im Wasserspiegel	Überführter Kanal: Tiefe bei höchstem Wasser	Überführter Kanal: Querschnitt bei höchstem Wasser	Durchflußraum des Dückers oder Durchlasses: Länge einschl. der etwaigen Vorhäupter	Durchflußraum: Querschnittsfläche	Durchflußraum: Inhalt (Spalte 9 und 10)	Grundfläche des Grundbaues
					m	m	qm	m	qm	cbm	qm
6	Dücker: **Datteln,** Dortmund-Ems-Kanal. Kil. 17,53. Ölmühlenbach. Oberpräsidium Münster.	2 eiserne Rohre von je 1,30 m Durchmesser. Brunnenartiger Einlauf aus Ziegelmauerwerk mit Werksteinabdeckung mit 2 durch Dammbalken verschließbaren Schlammfängen. Die Sohle des Brunnens besteht aus Beton. Am Auslauf sind die Rohre durch einen Betonklotz von 6 m Länge, 4 m Breite und 0,80 m Stärke unterstützt. Das Bachbett am Einlauf ist durch eine starke Tonschicht und Pflaster befestigt.	94 bis 95	Tonhaltig. Fließsand mit weichem blauem Mergel gemischt	a) 18,00 b) 30,75	3,00	73,1	48,7	2,7	131,5	—
					1 : 450 Längenschnitt						
7	**Senden,** Kil. 49,86. Rienbach, sonst wie Nr. 6.	6 nebeneinander liegende, flußeiserne Rohre von 1,34 m Durchmesser. Häupter aus Klinkermauerwerk gegründet auf Beton zwischen Spundwänden. Die Sohlen und Böschungen der Bachanschlüsse sind gepflastert. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 592.)	94 bis 97	Senkel mit Sand	a) 22,00 b) 37,00	3,00	88,5	54,5	8,5	463,0	467
					1 : 450 Längenschnitt						
8	**Darme,** Kil. 141,47. Entwässerungsgraben, sonst wie Nr. 6.	1 gußeisernes Rohr von 0,80 m Durchmesser, unter den Kanaldämmen auf Pfahlrost, unter der Sohle auf Schwellrost gelagert. Als Einlauf dient ein mit einer Eisenplatte abgedeckter Senkbrunnen von 1,50 m Durchmesser mit Betonboden, dem das Wasser unter der Wegerampe durch eine Zementrohrleitung von 25 m Länge und 0,80 m Durchmesser zugeführt wird. Das aus einer Stirnmauer bestehende Unterhaupt ist aus Ziegelmauerwerk auf Betongründung aufgeführt. Am Einlauf befindet sich eine Spulvorrichtung mit Zylinderventil.	94 bis 95	Sand und Moor, darunter fester Ton	a) 19,90 b) 34,30 bei H. W.	3,00	80,4	50,0	0,5	25,0	60 (Pfahl- u. Schwellrost)
					1 : 450 Längenschnitt						
9	**Emden,** Fehntjer Tief. Vorflutkanal. Regierung Aurich.	2 Öffnungen von je 4 m Breite und 3 m Höhe, getrennt durch eine 2 m starke Zwischenwand und überdeckt mit I-Eisen und eingeschobenen Basaltlavaplatten. Das auf Beton zwischen Spundwänden gegründete Bauwerk ist aus Ziegelsteinen mit Klinkerverblendung hergestellt. Abdeckplatten aus Basaltlava, die Ausrundungen am Ein- und Auslauf aus Sandwerksteinen. Dem Anschluß des Dückers an die anstoßenden Strecken des Tiefs dienen eiserne, unter sich verankerte Ständerwerke mit eingespannten Kappengewölben und Erdausfüllung, Unterbau Spundwände. Die Dückeröffnungen können durch eiserne Rollschütze abgesperrt werden; zur Entlastung des Tiefs nach dem Vorflutkanal dienen in den Seitenmauern angeordnete Gleitschützen. Über den Auslauf führt eine leichte eiserne Feldweg- und Leinpfadbrücke mit Bohlenbelag, 4 m breit. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 603.)	95 bis 96	Quellsand	a) und b): 7,00	2,80	19,6	20,7	24,0	497,0	333
					1 : 450 Längenschnitt						
10	Durchlaß: **Datteln,** Dortmund-Ems-Kanal. Kil. 19,78. Ölmühlenbach. Oberpräsidium Münster.	1 Öffnung Halbkreisgewölbe, Bruchsteinmauerwerk mit hammerrecht bearbeiteten Ansichtsflächen der Stirnen und Flügelmauern. Gründung ebenfalls Bruchsteinmauerwerk.	93	Mergel	a) 18,00 b) 30,75	3,00	73,1	57,9	5,5	318,0	401
					1 : 300 Längenschnitt						

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Kosten der Hauptteile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten (Spalte 14)	Sonstige Bemerkungen.
dem Anschlage ℳ	der Ausführung ℳ	des Grunderwerbs ℳ	des eigentlichen Bauwerks ℳ	der Nebenanlagen ℳ	unter Insgemein ℳ	Gründung einschl. Wasserhaltung ℳ	Dückerkanal nebst etwaigen Häuptern und Vorkammern ℳ	Dichtungen, Pflaster, Geländer usw. ℳ	des Grundbaues für 1 qm Grundfläche (Spalte 12 und 19) ℳ	des eigentlichen Bauwerks für 1 m Länge (Spalte 9 und 16) ℳ	des eigentlichen Bauwerks für 1 cbm Durchflußraum (Spalte 11 und 16) ℳ		
15 200	13 070[1])	—	12 780	—	290	—[4])	11 920	860	—	262,1	97,2	Ersparnis infolge niedriger Verdingungspreise bes. der Eisenarbeiten	[1]) Die Grunderwerbs- und Bauleitungskosten sind anderweit veranschlagt und verrechnet. [2]) Grabenverlegung und Wasserzuführung durch Zementrohrleitung (1 m Zementrohr 0,30 m weit, fertig verlegt kostete 15 ℳ). [3]) Überbau der Feldwegbrücke 660 ℳ, Befestigung der Vorböden u. Grabenböschungen einschl. der Übergangsspundwände 11000 ℳ. [4]) Die nur am Ein- und Auslauf vorhandenen Gründungsarbeiten sind in Spalte 20 mit berechnet. [5]) Davon 485 ℳ für den Pfahl- und Schwellrost.
1 : 450 Grundriß vom Einlauf; 1 : 450 Querschnitt													
47 500	47 600[1])	—	47 360	—	240	15 240	30 820	1 300	32,6	809,0	102,8	—	
1 : 450 Ansicht des Unterhauptes													
9 500	11 160[1])	—	9 130	1 800[2])	230	2 030[5])	6 440	660	8,1 nur für den Pfahl- und Schwellrost 33,9	182,6	365,2	Überschreitung infolge vermehrter Erdarbeiten, verursacht durch Erdsenkungen	—
1 : 150 Querschnitt													
154 000	150 600[1])	—	125 130	11 660[3])	13 810	50 700	55 800	18 630	152,3	6044,9	251,8	—	—
1 : 600 Querschnitt; 1 : 1500 Grundriß													
26 000	18 460[1])	—	18 420	—	40	8 690	9 090	640	21,7	318,1	57,9	Ersparnis besonders infolge Fortfalles der veranschlagten Spundwände	—
1 : 500 Querschnitt													

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					Überführter Kanal			Durchflußraum des Dückers oder Durchlasses			
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues. Über- und unterführtes Gewässer. Provinzial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Breite a) in der Sohle, b) im Wasserspiegel	Tiefe bei höchstem Wasser	Querschnitt bei höchstem Wasser	Länge einschl. der etwaigen Vorhäupter	Querschnittsfläche	Inhalt (Spalte 9 und 10)	Grundfläche des Grundbaues
					m	m	qm	m	qm	cbm	qm
11	Durchlaß: **Greven r. d. Ems,** Dortmund-Ems-Kanal. Kil. 80,85. Gellenbach. Oberpräsidium Münster.	1 Öffnung, Halbkreisgewölbe, Bruchsteinmauerwerk, Stirnen abgedeckt mit Sandsteinplatten. Gründung Pfahlrost. Das Gewölbe ist mit einer 3 mm starken Bleihaut abgedeckt, darüber 40 cm starke Lehmlage. Die Sohle des Durchlasses ist gepflastert, ebenso die Bachanschlüsse. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 594.)	92 bis 93	Mäßig fester Mergel	a) 18,00 b) 33,00	3,0	76,5	56,8	8,3	471	477
12	**Greven r. d. Ems,** Kil. 85,08. Eltingsmühlbach, sonst wie Nr. 11.	2 überwölbte Öffnungen von je 7,35 qm Querschnitt. Widerlager und Pfeiler Bruchsteinmauerwerk, Gewölbe Klinkermauerwerk, überdeckt mit Beton und Asphaltpappe mit Bleieinlage. Die Vorköpfe der Pfeiler und die Stirnen der Häupter sind mit Sandsteinplatten abgedeckt. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Das Bauwerk ist seitlich und oben mit Lehm umkleidet.	93 bis 94	Mergeliger Sand	a) 18,00 b) 33,00	3,0	76,5	55,8	15,6	857	580
13	**Greven r. d. Ems,** Kil. 86,32. Nebenbach, sonst wie Nr. 11.	1 Öffnung, halbkreisförmig, Beton. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Das Bauwerk ist mit einer 0,40 m starken Tonlage umkleidet.	92 bis 93	Toniger Sand	a) 18,00 b) 33,00	3,0	76,5	57,1	2,5	143	300
14	**Saerbeck,** Kil. 89,82. Glanebach, sonst wie Nr. 11.	2 überwölbte Öffnungen, je 6,50 m breit, 4,00 m hoch. Widerlager und Pfeiler Bruchsteinmauerwerk, Gewölbe Klinkermauerwerk; die Vorköpfe des Pfeilers und die Stirnen der Häupter sind mit Sandsteinplatten abgedeckt. Widerlager und Pfeiler sind getrennt auf Beton zwischen Spundwänden gegründet, dazwischen ist die Sohle des Durchlasses unbekleidet geblieben. Das Bauwerk ist mit Ton umkleidet. Die Bachanschlüsse sind gepflastert. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 595.)	93 bis 95	Feiner Sand mit Kies	a) und b) 18,00	3,0	54,0	57,3	52,0	2980	760
15	**Waltrop,** Kil. 8,15. Groppenbach, sonst wie Nr. 11.	1 Öffnung, flußeisernes Rohr, 1,20 m Durchmesser. Ein neben dem Kanal liegender Parallelweg wird gleichfalls unterführt. Als Einlauf dient ein brunnenartiger Schlammfang aus Klinkermauerwerk mit Betonboden, am Auslauf niedrige Stirnmauer. Das Rohr ist ringsum mit einer 0,30 m starken Lehmpackung umkleidet.	96 bis 97	Lehm, Fließsand, Ton	a) 14,00 b) 30,75	4,0	89,5	68,9	1,1	76	—

1 : 500 Längenschnitt

1 : 500 Längenschnitt

1 : 500 Längenschnitt

1 : 500 Längenschnitt

1 : 500 Querschnitt

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Kosten der Hauptteile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten (Spalte 14)	Sonstige Bemerkungen.
dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Gründung einschl. Wasserhaltung	Dückerkanal nebst etwaigen Häuptern und Vorkammern	Dichtungen, Pflaster, Geländer usw.	des Grundbaues für 1 qm Grundfläche (Spalte 12 und 19)	des eigentlichen Bauwerks für 1 m Länge (Spalte 9 und 16)	des eigentlichen Bauwerks für 1 cbm Durchflußraum (Spalte 11 und 16)		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
49 500	58 420[1])	—	58 090	—	330	21 230	21 160	15 700	41,5	1022,7	123,3	Überschreitung infolge Hinzutretens der nicht veranschlagten Bleiumhüllung.	[1]) Die Grunderwerbs- und Bauleitungskosten sind anderweit veranschlagt und verrechnet. [2]) Der Grunderwerb ist anderweit veranschlagt und verrechnet. Die Herstellung der Überbrückung des Parallelweges ist in den angegebenen Kosten mit inbegriffen.
	1 : 500 Querschnitt												
79 000	69 200[1])	—	68 500	—	700	28 560	35 630	4 310	49,2	1238,7	79,9	Ersparnis infolge niedriger Verdingungspreise namentlich der Gründungsarbeiten.	—
	1 : 500 Querschnitt												
20 000	26 810[1])	—	26 090	—	120	19 560	5 060	1 470	65,2	467,4	186,6	Überschreitung infolge Hinzutretens der nicht veranschlagten Spundwände.	—
	1 : 500 Querschnitt												
180 000	202 200[1])	—	200 830	—	1370	60 590	117 550	22 690	79,7	3504,9	67,4	Überschreitung infolge hoher Verdingungspreise.	—
	1 : 500 Querschnitt												
9 000	6 310[2])	—	6 170	—	170	—	6 170	—	—	89,5	81,2	Ersparnis infolge niedriger Verdingungspreise.	—
	1 : 500 Längenschnitt												

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues. Provinzial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Länge und Breite der größten aufzuschleppenden Schiffe	Abmessungen der Gleitbahn: Länge in der Neigung gemessen	Abmessungen der Gleitbahn: Breite zwischen den Außenkanten der äußeren Gleitbalken	Abmessungen der Gleitbahn: Grundfläche (Spalte 7 u. 8)	Gesamtkosten der ganzen Bauanlage nach dem Anschlage	Gesamtkosten der ganzen Bauanlage nach der Ausführung
					m	m	m	qm	ℳ	ℳ
1	Helling: **Rendsburg,** Bauhof an der Obereider. Regierung Schleswig.	2 nebeneinander liegende Hellinge je 80 m lang und 4,30 und 4,80 m breit. Neigungsverhältnis 1:12, in der unteren 7 m langen Strecke 1:6. Jeder Helling besteht aus 3 Gleitbalken (Pitchpine) 30/30 cm, welche durch Querschwellen in 1,50 m Abstand auf je 4 Rostpfählen unterstützt sind (Kiefernholz). Die Sohle des Hellingeinschnittes ist zwischen gew. N.W. und gew. H.W. durch Kopfsteinpflaster befestigt, weiter aufwärts durch eine 30 cm starke Schicht von Kleinschlag und Kies. Die Einfahrt in den Hellingeinschnitt ist zu beiden Seiten durch eine bis M.W. reichende Spundwand eingefaßt. Für den einen Helling ist ein eichener Schlitten zum Aufziehen der plattbodigen Fahrzeuge, für den anderen 3 einzelne Schlittenkufen zum Aufbringen der scharfgebauten Schiffe vorhanden. Nebenanlagen sieh Spalte 22.	95 bis 98	Sand, darunter mit Schlamm durchsetzt	30 m Länge, 6 m Breite	80,0 80,0 160,0	4,3 4,8	344 384 728	80 000	88 790
2	**Kolbergermünde,** am Hafen. Regierung Köslin.	5 Gleitbalken im Abstande von 1,50 m. Neigung 1:12, von 2,50 m über bis 2,50 m unter N.W. hinabreichend. Die Gleitbalken sind unter M.W. durch einen Pfahlrost, darüber durch Beton und weiter hinauf durch Bruchsteinmauerwerk mit Klinkerabdeckung unterstützt. Der Pfahlrost ist an den Längsseiten und auf der Hafenseite durch eine Spundwand eingeschlossen. Die Seitenböschungen des Hellingeinschnittes sind gepflastert. (Näheres sieh Zeitschr. f. Bauwesen 1899, S. 256.)	96 bis 97	Sand, z. T. mit Torf durchsetzt	26 m Länge, 8,7 m Breite	63,0	6,7	422	49 000	48 970
3	**Magdeburg,** fiskalische Werft. Elbstrom-Bauverwaltung.	Die Anlage besteht aus 9 parallelen Gleisen mit der Neigung 1:8. Davon dienen 8 mit 0,75 m Spurweite und 5,50 m Abstand von Mitte zu Mitte als Querhelling zum Aufschleppen größerer Fahrzeuge, während das neunte 1,50 m weite Gleis zum Längsaufschleppen von Barkassen und kleineren Fahrzeugen bestimmt ist. Die Schienen der einzelnen Gleise sind durch eiserne Querschwellen verbunden und durch entsprechend breite Betonstreifen von 0,30 m Stärke unterstützt. Die Ausführung des unter Wasser liegenden Teiles ist zur Vermeidung der schwierigen Wasserhaltung in der Weise erfolgt, daß der Beton nach Ausbaggerung der Sohle unter die an hölzernen Gerüsten in ihrer endgültigen Lage aufgehängten Gleise mit Trichtern eingebracht wurde. Für jedes Gleis ist ein eiserner Aufschleppwagen beschafft, der mittels Drahtseils und Trommelwinde bewegt wird. (Näheres sieh Zentralblatt d. Bauverw. 1902, S. 418.)	98 bis 02	Sand, darunter Fels	45,6 m Länge, 6 m Breite	70,0	46,7	3269	85 070	81 780

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Kosten				Kosten der Hauptteile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten des eigentlichen Bauwerks		Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten (Spalte 11)	Sonstige Bemerkungen.
des Grunderwerbs ℳ	des eigentlichen Bauwerks ℳ	der Nebenanlagen ℳ	unter Insgemein ℳ	Zurichtung des Platzes ℳ	Gleitbahn einschl. des Unterbaues ℳ	Wagen oder Schlitten und Winden nebst Zubehör ℳ	1 m Länge der Gleitbahn (Spalte 7 u. 13) ℳ	1 qm Grundfläche der Gleitbahn (Spalte 9 u. 13) ℳ		
—	55 170	16 430 [1])	17 190	36 820	15 060 [2])	3290	344,8	75,8	—	[1]) a) Lagerschuppen 212 qm . 4037 ℳ b) Schmiedewerkstatt 80 qm 3429 „ c) Einrichtung der letzteren 6089 „ d) Einfriedigung des Bauhofes . . . . 2875 „ zus. 16130 ℳ Zum Betriebe der Werkstattmaschinen ist ein Petroleummotor vorhanden. [2]) Davon für einen Fangedamm 25 m lang, 5,75 m hoch, 2 m breit 3700 ℳ, für Wasserhaltung 2170 ℳ [3]) Davon für Wasserhaltung 7030 ℳ. [4]) Aufschleppwagen, Winden u. Drahtseile waren, weil vorhanden, nicht neu zu beschaffen.
—	37 330	—	11 640	16 230 [3])	16 860	4240	592,5	88,5	—	—
—	80 200	—	1 580	4 650	62 680	12 870 [4])	1145,7	24,6	—	—

1:600 Längenschnitt

1:600 Schnitt a—b

1:400 Schnitt a—b

1:400 Schnitt c—d

1:1000 Längenschnitt

1:200 Aufschleppwagen

Querschnitte des Längshellinggleises: 1:100

über Wasser

unter Wasser

Die eingeklammerten Maße beziehen sich auf die Querhellinggleise.

1	2	3	4												5
			Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschließlich der Baustoffe												Erläuterungen. *) In dieser Spalte bedeutet: T = Tagelohn, A = Akkord, U = Unternehmer.
Nr	Gegenstand und Ort des Baues. Provinzial-Behörde	Zeit der Ausführung	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Sonstige Bemerkungen.
					I. Häfen. (Vgl. Seite 80.)										
13	Sicherheitshafen. **Tilsit,** Memel Regierung Gumbinnen	99 bis 00	38 400	qm	Geländeflächen von Rasen und Mutterboden befreit	U	3 840	0,10	21 880	qm	Rasenbekleidung der Böschungen	U	2 188	0,10	
			56 747	cbm	Erdaushub im Trocknen	„	39 723	0,70	2 854	„	Spreutlage	T	2 693	0,94	
			49 427	„	desgl. unter Wasserhaltung	„	44 483	0,90	390	„	Pflaster des Hafendammkopfes[4])	„	2 691	6,90	
			20 140	„	Baggerung	T	11 060	0,55	70	m	Rohrdurchlässe[6])	U	2 156	30,8	
									89	„	Böschungstreppen[7])	„	1 584	17,8	
14	**Trappönen,** Memel. Regierung Gumbinnen	95 bis 97	99 658	cbm	Erdaushub im Trocknen einschl. Verbauen	U	53 989	0,54	924	cbm	Kies zur Wegebefestigung verbaut	U	2 772	3,00	
			60 204	„	Baggerung einschl. Verfahren und Ausstürzen	T	21 311	0,35	17	m	Rohrdurchlaß, 1 m Durchmesser[8])	„	524	30,8	
			6 693	„	Baggerboden verbauen	U	3 882	0,58	28	„	desgleichen 0,50 m Durchmesser[9])	„	368	13,1	
			46 113	qm	Rasenböschungen	„	8 298	0,18	42	Stück	Haltepfähle[10])	T	327	7,79	
			1 845	cbm	Packwerk d. Hafendammkopfes	T	2 830	1,53	124	m	Böschungstreppen[11])	„	711	5,73	
			1 386	qm	Pflaster des Hafendammkopfes[1])	„	6 140	4,43							
15	Sicherheits- u. Fischereihafen **Schulau,** Unterelbe. Regierung Schleswig	99 bis 00	32 511	cbm	Erdaushub im Trocknen	U	32 511	1,00	147	m	Molenstege[5])	U	24 967	169,9	
			47 248	„	desgl. unter Wasser	T	20 586	0,44	675	qm	Granitpflaster der Ladestraße[1])	„	4 388	6,50	
			8 676	qm	Rasenbekleidung der Böschungen	U	2 196	0,25	255	„	Klinkerpflaster des Banketts der Ladestraße	„	2 168	8,50	
			1 062	„	Böschungspflaster[1])	„	6 832	6,43	34	Stück	Haltepfähle[12])	„	2 318	68,2	
			107	cbm	Packwerk mit Steinschüttung	„	1 612	15,1	28	„	Poller[13])	„	1 235	44,1	
			150	m	Bohlwerk[7])	„	55 107	367,3	2	„	Dalben[14])	„	636	318,0	
16	Sicherheits- u. Verkehrshafen **Rinteln,** Verwaltung des Kreises Rinteln (Oberpräsidium Hannover)	98 bis 00	90 103	cbm	Erdaushub im Trocknen einschl. Verbauen[8])	U	20 828	0,23	2 495	m	Eisenbahngleise einschl. 9 Stück Weichen[15])	U	42 252	16,9	
			60 000	„	desgl. unter Wasser[1])	„	3 000	0,05	2	Stück	Kohlenrutschen	„	4 908	2454	
			2 392	qm	Böschungspflaster[4])	„	8 365	3,50	1	„	fahrbarer Dampfkran von 2,50 t Tragkraft[16])	„	5 784	5784	
			298	m	Kaimauer[6])	„	90 458	303,6							

Erläuterungen zu I. Häfen:

1) Granitstein, 0,30 m stark.
2) Querschnitt s. S. 81.
3) Ohne den in Spalte 23 S. 81 erwähnten Umstand würden die Kosten d. Erdarbeiten wesentlich höher für die Hafenbaukasse gewesen sein. Tatsächlich wurden 0,74 bis 0,80 ℳ f. d. cbm gezahlt.
4) 0,30 m stark.
5) Stampfbeton mit Werksteinverblendung, 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 6 Teile Kies; Gründung: Brunnen aus Stampfbeton derselben Mischung. S. d. Querschnitt S. 81.
6) Zementrohre, 0,60 u. 0,80 m Durchmesser.
7) 0,60 m breit, Zementbeton.
8) Monierrohr.
9) Zementrohr.
10) 4 m lang, 0,20 m Durchm., 3 m tief gerammt.
11) Aus vorhandenen Bohlen.
12) Kiefernholz, 12 m lang, 0,35 m Durchm., 4,50 m tief gerammt.
13) Kiefernholz, 2,60 m lang, 0,45 m Durchm. m. Kreuzhölzern im Erdboden.
14) Bestehend aus je drei eichenen Pfählen, 15 m lang, 0,36 m Durchm., 6 m tief gerammt.
15) Gutes Altmaterial.
16) Alt gekauft, einschl. 60 m Krangleis.

XII. Uferbefestigungen.

1. Ufermauern.

(Vgl. Seite 82.)

Nr	Gegenstand und Ort des Baues. Provinzial-Behörde	Zeit der Ausführung	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ
8	Ufermauer: **Stolpmünde,** vor dem Spiritus-lagerhaus im Innenhafen Regierung Köslin	99 bis 00			Die Kosten der im Selbstbetriebe ausgeführten Arbeiten sind im einzelnen nicht zu ermitteln.									
9	**Saßnitz,** Freiladefläche am Hafen. Regierung Stralsund	92 bis 98	187	m	Pfahlwand[1]) einschl. Gurtung	T	14 300	76,5	1 057	cbm	Steinschüttung	T	5 600	5,30
			74	Stück	Ankerpfähle[2])	„	750	10,1	416	„	Bruchsteinmauerwerk	„	6 900	16,6
			37	„	eiserne Anker[3]), einschl. Anbringen	„	1 982	53,6	17	Stück	Reibepfähle[4])	„	577	33,9
10	**Berlin,** Kupfergraben u. Schinkelplatz. Ministerial-Baukommission	00 bis 01	3 560	cbm	Erdaushub über Wasser	U	3 560	1,00	467	Stück	Grundpfähle[10])	U	13 123	28,1
			2 330	„	desgl. unter Wasser	„	5 825	2,50	951	cbm	Schüttbeton[11])	„	17 308	18,2
			646	qm	Spundwände, 18 cm stark[4])	„	10 853	16,8	1 113	„	Ziegelmauerwerk	„	25 388	22,8
			730	„	desgl. 13 cm stark[5])	„	9 928	13,6	203	„	Sandsteinmauerwerk	„	19 062	93,9
			591	„	desgl., 10 cm stark[6])	„	6 415	10,9	100	„	Granitmauerwerk	„	10 690	106,9
11	**Berlin,** Kupfergraben unterhalb der Stadtbahn. Ministerial-Baukommission	„	6 770	cbm	Erdaushub über u. unter Wasser	U	10 155	1,50	1 037	cbm	Schüttbeton[11])	U	22 168	21,3
			995	qm	Spundwände, 13 cm stark[8])	„	11 741	11,8	1 249	„	Ziegelmauerwerk	„	27 235	21,8
			811	„	desgl., 10 cm stark[7])	„	7 990	9,85	227	„	Sandsteinmauerwerk	„	21 687	95,5
			528	Stück	Grundpfähle[9])	„	13 306	25,2	88	„	Granitmauerwerk	„	11 264	128,0

Erläuterungen zu XII. 1. Ufermauern:

1) Pfähle 5 m lang, 20/20 cm stark, 2,5 m tief gerammt.
2) 4 m lang, 25 cm Durchm., 2 m tief gerammt.
3) 6,4 m lang, 40 mm Durchm., 1 Anker wiegt 72 kg.
4) 2,7 m tief gerammt.
5) 4 m tief gerammt.
6) 5 m tief gerammt.
7) 4,2 m tief gerammt.
8) 6,8 m lg., 30 cm Durchm., 4,7 m tief gerammt.
9) 8,7 m lg., 25 cm Durchm., 2,8 m tief gerammt.
10) 7,1 m lg., 30 cm Durchm., 4,8 m tief gerammt.
11) 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 5 Teile Kleinschlag.

1	2	3	4												5
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues. Provinzial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschließlich der Baustoffe: Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Erläuterungen. *) In dieser Spalte bedeutet T = Tagelohn, A = Akkord, U = Unternehmer. Sonstige Bemerkungen.
12	Ufermauer: **Berlin,**	98	1 043	cbm	Erdaushub über Wasser	U	1 147	1,10	643	cbm	Schüttbeton[8])	U	9 750	15,2	[1]) Rammtiefe 3,5 m.
	Spree an der	bis	690	„	desgl. unter Wasser	„	1 360	2,00	357	„	Kalkstein- und Ziegelmauerwerk	„	7 277	20,4	[2]) 14 bis 15 m lang, 35 cm Durchm., 12 bis 13 m tief gerammt.
	Königlichen	99	3 274	„	Baggerung im Flußbett	„	4 914	1,50	260	qm	Granitwerksteinverkleidg. der oberen Schichten[10])	„	7 409	28,5	[3]) 10 cm stark
	Porzellan-Manufaktur.		471	qm	vordere Spundwand, 15 cm stark, Neigung 1 : 1/5	„	7 249	15,4	75	„	desgl. d. unter Schicht[12])	„	3 792	50,6	[4]) Kanthölzer in Stärken von 16/20 bis 28/30 cm
	Ministerial-Baukommission.		61	„	desgl., 15 cm st., lotrecht	„	986	16,2	69	„	Granitabdeckplatten[11])	„	2 949	42,7	[5]) 16 cm stark, 3,5 m tief gerammt.
			468	„	hintere Spundwand, 10 cm stark, Neigung 1 : 1/5	„	5 316	11,4	101	m	Brüstungsmauer[13])	„	2 752	26,6	[6]) 1 Teil Zement, 7 Teile sandiger Kies.
			71	„	desgl., 10 cm st., lotrecht	„	873	12,3							
13	**Berlin,**	98	4 911	cbm	Erdaushub über Wasser	U	6 384	1,30	70	Stück	Grundpfähle, 7 bis 11 m lang, 35 cm Durchm.[14])	U	3 666	52,4	[7]) 10 cm stark, 4 m tief gerammt.
	Spandauer	bis	1 216	„	desgl. unter Wasser	„	2 189	1,80	135	„	desgl., 14 bis 20 m lang, 40 cm Durchm.[15])	„	20 524	152,0	[8]) Länge u. Rammtiefe 8 bis 10 m, Durchm. 30 cm.
	Schiffahrtskanal zwischen	00	847	„	desgl. zwischen d. Spundwänden	„	2 417	2,85							[9]) 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 5 Teile Kleinschlag.
	Humboldthafen		502	qm	Spundwände, 13 cm stark	„	6 374	12,7	733	cbm	Schüttbeton[9])	„	11 410	15,6	[10]) 0,36 und 0,28 m stark
	und Sandkrugbrücke.		335	„	desgl. 15 cm stark	„	1 880	14,0	939	„	Kalksteinmauerwerk einschließl. Werksteinverblendung	„	31 097	33,1	[11]) 0,20 m stark.
	Ministerial-		637	„	desgl. 10 cm stark	„	4 110	6,50							[12]) 0,30 m stark.
	Baukommission.		65	Stück	Grundpfähle, 6 m lang, 30 cm Durchm.[1])	„	1 524	23,4							
14	**Glückstadt,**	01	736	cbm	Erdaushub		736	1,00	7	cbm	Stampfbeton der Einfallschächte[6])		182	26,0	[13]) Pfeiler aus Klinkermauerwerk, Abdeckung aus Zementplatten.
	Binnenhafen.	bis	1 215	„	Hinterfüllung mit Ziegelbrocken		3 646	3,00	59	m	— 20 Stck. Reibehölzer[16])		911	15,4	[14]) Rammtiefe 4,5 bis 8,5 m.
	Regierung	02	3 010	„	desgl. mit Sand		6 621	2,20	890	kg	= 10 Stck. eiserne Schiffshalteringe nebst Ankern		267	0,30	[15]) Rammtief. 11,5 bis 17,5 m.
	Schleswig.		6 849	m	Rostpfähle[1])		32 658	4,77	27,5	m	gußeiserne Muffenrohre[17]) der Einfallschächte		308	11,2	[16]) Eichenholz, 30/40 cm strk., je 3 m lang.
			658	qm	Rostbelag[3]) einschl. Zangen, Grundbalken und Längsholm[4])		8 494	12,9	7894	kg	verzinktes Schmiedeeisen der Steigleitern, Bolzen usw.		2 842	0,36	[17]) 12,5 cm lichte Weite.
			949	„	Spundbohlen[5])		11 582	12,6							[18]) 20/25 u. 25/25 cm stark.
			654	cbm	Stampfbeton d. Kaimauer[6])		13 161	20,1							[19]) 20 cm stark.
15	**Friedrichstadt,**	99	255	qm	Spundwand[7])	U	2 397	9,40	507	m	Grundbalken und Querholme[18])	U	2 210	4,36	
	Hafen.	bis	912	m	neue Grundpfähle[2]), geliefert und gerammt	„	3 682	4,04	282	qm	Rostbelag[3]) und Zangen	„	1 693	6,00	
	Regierung	00	753	„	vorhandene Grundpfähle[5]), gerammt	„	753	1,00	144	cbm	Klinkermauerwerk	„	5 246	36,4	
	Schleswig.								21,4	qm	Granitabdeckplatten[19])	„	587	27,4	
					2. Uferschälungen. (Vgl. Seite 84.)										
7	Uferschälung: **Berlin,**	00	12 480	cbm	Erdaushub über Wasser und Wiederanfüllen einschließlich des ersten Pflasters	U	36 540	3,00	830	m	Spundwand unter Wasser abgeschnitten[11])	U	14 940	18,0	[1]) 15 cm stark, 3 bis 4 m tief gerammt.
	Spreekanal zwischen	bis							132,4	t	Eisenwerk der Ständer, Verankerungen usw.	„	45 254	341,9	[2]) 14,5 m lg., 35 cm Durchm., Rammtiefe 5 m.
	Waisenbrücke u. Stadtschleuse.	01	4 140	qm	Spundwände[1])	„	75 762	18,3	2807	qm	Monierplatten[12])	„	35 945	12,8	[3]) 12,5 m lang, sonst wie Anmerk. [2]).
	Ministerial-Baukommission.														[4]) 7 m lang, 30 cm Durchm., Rammtiefe 5 bis 6 m.
8	**Rendsburg,**	93	155	Stück	Bollwerkspfähle[2])	U	7 060	45,5	205	m	Deckbohlen[13])	U	380	1,85	[5]) 25 cm stark, 5 m tief gerammt.
	Hafen an der	bis	78	„	Vorsetzpfähle[3])	„	1 231	54,7	154	„	Bohlen der Ankertafeln[13])	„	720	4,68	[6]) 30/35 cm.
	Obereider.	99	310	„	Ankerpfähle[4])	„	6 577	21,2	205	„	Ankerriegel[14])	„	1 285	6,27	[7]) 20/23 cm.
	Regierung		1 899	qm	Spundwände[5])	„	35 160	18,5	155	Stück	eiserne Anker einschl. Anbringen[15])	„	20 830	134,4	[8]) 10 cm stark.
	Schleswig.		205	m	Holme des Bollwerks[6])	„	1 666	8,13	5293	kg	schmiedeeiserne Bolzen u. Bügel	„	1 747	0,33	[9]) Nur Lieferung.
			411	„	Zangen der Spundwand u. Riegel vor den Pfählen[7])	„	2 018	4,91							[10]) Nur Arbeitslohn.
			313	qm	Hinterkleidungsbohlen des Bollwerks[8])	„	1 722	5,50							[11]) Einschl. des hierzu erforderl. Fangedammes. [12]) In Stärken von 7 bis 12 cm mit 6 bis 11 Eisenrundstäben von 1 cm Durchm.
9	**Geestemünde,**	96	3 516	cbm	Kiefernrundholz[9])	U	175 800	50,0	8537	qm	Belag- u. Hinterkleidungsbohlen anbringen[10])	U	16 220	1,90	[13]) 10 cm stark, 30 cm breit.
	Fischereihafen.	bis	5 480	„	Kiefernkantholz[9])	„	367 160	67,0	893	qm	Ankertafeln desgl.[10])	„	3 572	4,00	[14]) 30/30 cm stark.
	Regierung	97	81,8	„	Eichenkantholz[9])	„	10 225	125,0	618	Stück	eiserne Doppelanker[15])	„	74 160	120,0	[15]) Abmessungen s. d. Skizze S. 84; 1 Anker wiegt rd. 424 kg, 1 kg kostete 0,27 ℳ
	Stade		4517	Stück	Rundpfähle einrammen[10])	„	180 680	40,0	30	„	eiserne Uferleitern	„	1 800	60,0	[16]) Abmessungen s. d. Skizze S. 85.
			32 025	m	Verbandhölzer anbringen[10])	„	61 050	2,00	420125	kg	Schmiedeeisen	„	155 446	0,37	
					Bem. Wegen der schwierigen Umrechnung sind hier die Kosten der Holzarbeiten nach Baustoffen und Arbeitslöhnen getrennt angegeben.										

1	2	3	4											
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues. Provinzial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschließlich der Baustoffe											
			Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ
10	Uferschalung **Emden,** Zungenkai am Hafen. Regierung Aurich.	96 bis 97	4 092	qm	Spundwände[1])	U	84 295	20,6	440	m	Gurthölzer[6])	U	3 538	8,04
			880	m	Zangen derselben[2])	„	4 894	5,56	350	Stück	Ankerpfähle[7])	„	12 845	36,7
			355	Stück	Gordungspfähle[3])	„	15 647	44,1	404	m	Ankerriegel[8])	„	2 909	7,20
			1 056	qm	Bohlenwand[4])	„	6 653	6,30	350	Stück	Verankerungen[9])	„	31 991	91,4
			440	m	Holme[5])	„	3 907	8,88						
			3. Ufereinfassungen verschiedener Art. (Vgl. Seite 86.)											
1	Ufereinfassung: **Glogau,** fiskalischer Winterhafen. Oberpräsidium Breslau.	94 bis 96	7 990	cbm	Erdaushub unter Wasser einschl. Verbauen	T	6 680	0,84	1 133	qm	Böschungspflaster[9])	T, A	9 050	7,99
									3 770	„	Straßenpflaster	U	11 362	3,01
			3 880	„	Erdarbeiten zur Regulierung der Böschungen	„	2 468	0,64	1 080	m	alte Gleise neu zu verlegen	T, U	15 732	14,6
			385	Stück	Rundpfähle[1])	T, A	2 903	7,54	398	„	Staketenzaun	U	2 543	6,39
2	**Berlin,** Spree zwischen Gondelbucht u. Lutherbrücke. Ministerial-Baukommission.	96 bis 98	2 730	cbm	Erdaushub unter Wasser	U	4 764	1,75	204	cbm	Kiesbeton[10])	U	2 938	14,4
			4 100	„	desgl. unter Wasser	„	6 970	1,70	1 136	qm	Klinkerrollschicht, ½ Stein stark	„	4 658	4,10
			1 600	qm	Spundwände[2])	„	16 480	10,3						
			355	m	verzinktes Flacheisen[3])	„	1 546	4,35						
3	**Berlin-Charlottenburg,** Verbindungskanal Ministerial-Baukommission.	99 bis 02	Die Kosten der Bauarbeiten, die, nachdem der Unternehmer in Konkurs geraten war, im Tagelohn ausgeführt wurden, lassen sich im einzelnen nicht angeben.											
4	**Emden,** Falderndelft am Strohdeich. Regierung Aurich.	98 bis 01	213	Stück	Rundpfähle[4])	U	4 423	20,8	1 322	cbm	Faschinen	T	3 736	2,83
			242	m	Holme[5])	„	363	1,50	411	qm	Bruchsteinpflaster[11])	„	5 881	14,3
			62	Stück	Verankerungen[6])	„	2 496	40,3	499	„	Klinkerpflaster	U	1 013	2,03
5	**Wesel,** Sicherheitshafen. Oberpräsidium Koblenz.	96 bis 97	10 920	cbm	Erdaushub unter Wasser	U	14 196	1,30	660	cbm	Steinschüttung[12])	U	3 99[illegible]	6,0[illegible]
									7 400	qm	Böschungspflaster[13])	„	29 600	4,00
6	**Kostheim,** Große Schleuse. Regierung Wiesbaden.	01 bis 02	1 712	cbm	Erdarbeiten	U	3 938	2,30	1 787	cbm	Steinpackung	U	13 400	[illegible]
			16,4	qm	neue Spundwände[7])	„	626	[illegible]	2 027	qm	Böschungspflaster aus Basaltsteinen[14])	„	9 223	4,[illegible]
			255	m	Doppelzangen[8])	„	1 07[illegible]	4,[illegible]						
			XIV. Brückenkanäle. (Vgl. Seite 88.)											
1	Brückenkanal: **Olfen,** Dortmund-Ems-Kanal. Lippeübergang Oberpräsidium Münster.	92 bis 99	87	m	Fangedämme	U	3 48[illegible]	40,[illegible]	2 925	cbm	Zementputz auf der Betonausfüllung der Gewölbezwickel[6])	U	5 128	1,7[illegible]
			4 516	cbm	Erdaushub im Trocknen	„	4 516	1,00	3		Lehrgerüste	„	46 000	1533,3
			3 368	„	desgl. unter Wasser	„	7 780	2,31	2 640	qm	Bleidichtung[7])	„	62 372	23,7
			6 584	„	Bruchsteinmauerwerk[1]) der Pfeiler mit bearbeiteten Ansichtsflächen	„	148 487	22,6	650	„	Bohlenverkleidung einschl. der Befestigungshölzer[8])	„	12 600	19,4
			6 111	„	desgl. des Uferbaues[1]) mit Werksteinverblendung	„	198 221	32,4	179	m	Geländer einschl. Aufstellung	„	6 043	33,8
			1 852	„	Gewölbemauerwerk[1]) einschließlich Vorhalten der Lehrgerüste	„	89 753	48,[illegible]	282	qm	Pflasterung der Böschungskegel	„	3 088	11,0
			2 112	„	Füllbeton über den Gewölben[5])	„	34 323	16,3	346	„	Kopfsteinpflaster der Leinpfade	„	4 788	13,8
2	**Olfen,** Steverübergang. sonst wie Nr. 1.	93 bis 97	1 783	cbm	Erdaushub im Trocknen	U	1 070	0,60	1 733	qm	Bleidichtung[7])	U	49 702	28,7
			4 201	„	desgl. unter Wasser	„	7 482	1,78	458	„	Bohlenverkleidung einschließlich Befestigungshölzern[8])	„	8 648	18,9
			2 871	qm	Spundwände[3])	„	52 100	18,1						
			1 838	cbm	Schüttbeton[4])	„	27 706	15,1						
			6 661	„	Bruchsteinmauerwerk[1])	„	135 412	20,3	1 168	cbm	Lehmdichtung[9])	T	1 109	0,95
			1 339	„	Gewölbemauerwerk[1])	„	60 701	45,[illegible]	208	qm	Kopfsteinpflaster	U	1 577	7,58
			340	„	Werksteinmauerwerk[1])	„	39 890	117,3	207	m	Geländer	„	6 287	30,4
			1 131	„	Füllbeton üb. d. Gewölben[5])	„	19 50[illegible]	17,[illegible]						

5. Erläuterungen.

*) In dieser Spalte bedeutet: T = Tagelohn, A = Akkord; U = Unternehmer.

Sonstige Bemerkungen.

Zu XII, Nr. 10 (Emden, Zungenkai):

[1]) 25 cm stark, 5 m tief gerammt.
[2]) Je zur Hälfte 20/30 cm und 15/30 cm stark.
[3]) 12 m lang, 30 cm Durchm., 5 m tief gerammt.
[4]) 10 cm stark.
[5]) 30/35 cm stark.
[6]) 30/30 cm stark.
[7]) 10 m lang, sonst wie bei Anm. [3]).
[8]) 25/30 cm stark.
[9]) Abmessungen s. d. Skizze Seite 84.

Zu 3. Ufereinfassungen verschiedener Art:

[1]) 3,5 m lang, 23 cm Durchm., 2,5 m tief gerammt.
[2]) 13 cm stark, 4 m tief gerammt.
[3]) 10/100 mm, 1 kg kostete 0,36 ℳ.
[4]) 7,5 m lang, 25 cm Durchm., 5 m tief gerammt.
[5]) Aus vorhandenen Hölzern hergestellt.
[6]) Einschl. der Bohlentafeln, Abmessungen der Anker s. d. Skizze Seite 86.
[7]) 10 cm stark, 2 m tief gerammt.
[8]) 15/20 cm stark.
[9]) 30 cm stark, auf gleich starker Kiesbettung.
[10]) 1 Teil Zement, 8 Teile Kiessand.
[11]) 25 cm stark, auf 0,50 m starker Bettung aus Ziegelbrocken.
[12]) Basaltsteine.
[13]) Basaltsteine 25 cm stark, auf 20 cm starker Kiesbettung.
[14]) Unter Verwendung vorhandener Steine.

Zu XIV. Brückenkanäle:

[1]) Sandstein.
[2]) 1 Teil Traßmörtel (bestehend aus 2 T. Traß, 1½ T. Kalk, 1 T. Sand), 2 Teile Kleinschlag.
[3]) 20 cm stark, 5 bis 8 m tief gerammt.
[4]) 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 6 Teile Kleinschlag.
[5]) 1 Teil Traß, 1,5 Teile Kalk, 2 Teile Sand, 6 Teile Kleinschlag.
[6]) 1 Teil Zement, 1,5 Teile Sand.
[7]) 3 mm stark.
[8]) 7 und 10 cm stark.
[9]) Der Lehm ist beim Erdaushub an Ort und Stelle gewonnen.

1	2	3	4												5
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues. Provinzial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschließlich der Baustoffe												Erläuterungen. *) In dieser Spalte bedeutet: T = Tagelohn, A = Akkord, U = Unternehmer. — Sonstige Bemerkungen.
			Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart *)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart *)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	
3	Brückenkanal: **Greven,** Dortmund-Ems-Kanal, Emsübergang. Oberpräsidium Münster.	93 bis 98	12524	cbm	Erdaushub im Trocknen	U	12 524	1,00	2356	qm	Bleidichtung 5)	U	46 311	19,7	1) 20 cm stark, 5,5 bis 8 m tief gerammt.
			7369	"	desgl. unter Wasser	"	11 349	1,54	795	"	Bohlenverkleidung einschließl. der Befestigungshölzer 1)	"	19 409	24,4	2) 1 Teil Traß, 1 Teil Kalk, 1 Teil Sand, 7 T. Kleinschlag.
			4107	qm	Spundwände 1)	"	92 836	22,6	1768	cbm	Lehmdichtung einschl. Verbauen	"	7 480	4,23	3) Sandstein.
			3471	cbm	Schüttbeton 2)	"	71 819	20,7	4220	qm	Pflaster der inneren und äußeren Dammböschungen	"	27 501	6,52	4) 1 Teil Traßmörtel (bestehend aus 2 T. Traß, 1½ T. Kalk, 1 T. Sand), 2 T. Kleinschlag.
			775	"	Werksteinmauerwerk 3)	"	100 594	129,8	2901	cbm	Befestigung der Emssohle	"	53 231	18,3	5) 3 mm stark.
			120,6	"	desgl. der Gewölbestirnen 3)	"	12 845	106,5	240	m	Geländer	"	5 517	23,0	6) 15 cm stark, 4 m tief gerammt.
			9230	"	Bruchsteinmauerwerk 2)	"	288 214	31,2							7) 7 und 10 cm stark.
			1196	"	Klinkermauerwerk der Gewölbe	"	22 731	19,0							
			754	"	Füllbeton 4) der Gewölbezwickel	"	13 503	17,9							
4	**Olfen,** Kreischaussee Olfen-Selm, sonst wie Nr. 3.	94 bis 97	1310	cbm	Erdaushub im Trocknen	U	1 698	1,30	125	qm	Bohlenbekleidung einschl. Befestigungshölzern 7)	U	2 666	21,3	
			338	"	Bruchsteinmauerwerk des Grundbaues 2)	"	5 797	17,2	750	cbm	Lehm	"	2 250	3,00	
			2150	"	desgl. der Pfeiler 2)	"	47 568	22,1	180	qm	Kopfsteinpflaster	"	2 371	13,2	
			372	"	Gewölbemauerwerk 2)	"	12 938	34,8	905	"	der senkrechten und wagerechten Flächen mit Isoliermaterial bekleidet	"	2 063	2,28	
			120	"	Werksteinmauerwerk 3)	"	11 558	96,3	61	m	Geländer	"	1 072	17,6	
			1480	qm	Zementputz des Gewölbes	"	1 122	0,76							
			905	"	Bleidichtung 5)	"	12 580	13,9							
5	**Olfen,** Kreischaussee Olfen-Lüdinghausen, sonst wie Nr. 3.	93 bis 96	832	cbm	Erdaushub	U	1 152	1,38	118	qm	Bohlenverkleidung 7) einschließl. Befestigungshölzern und Eisenzeug	U	3 240	27,5	
			2102	"	Bruchsteinmauerwerk 2)	"	44 711	21,3	112	"	Kopfsteinpflaster der Leinpfade	"	1 433	12,8	
			298	"	Gewölbemauerwerk 2) einschließl. der Lehrgerüste	"	10 721	36,0	56	m	Geländer	"	875	15,6	
			126	"	Werksteinmauerwerk 3)	"	12 510	99,3	780	cbm	Lehm	"	2 340	3,00	
			282	qm	Asphaltdichtung	"	4 236	15,0							
			334	"	Bleidichtung 5)	"	8 250	24,7							
6	**Datteln,** Feldweg, sonst wie Nr. 3.	93 bis 96	1794	cbm	Erdaushub	U	1 896	1,06	87	cbm	Werksteinmauerwerk 3)	U	11 622	133,6	
			934	qm	Spundwände 6)	"	9 962	10,7	450	qm	Asphalt- bezw. Bleidichtung	"	7 220	16,0	
			535	cbm	Schüttbeton 2)	"	9 675	18,1	850	cbm	Lehm	T	2 550	3,00	
			2293	"	Bruchsteinmauerwerk 2)	"	58 217	25,4	130	qm	Pflaster der Leinpfade	U	1 390	10,8	
			239	"	Gewölbemauerwerk 2) einschließl. d. Lehrgerüste	"	10 011	42,0	50	m	Geländer	"	1 147	22,9	
							XVa. Sicherheitstore. (Vgl. Seite 90.)								
1	Sicherheitstor: **Henrichenburg,** Dortmund-Ems-Kanal. Oberpräsidium Münster.	97 bis 99	1029	cbm	Erdaushub	U	2 572	2,50	31,1	t	Gußeisen zu den Gegengewichten	U	3 111	100,0	1) 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 6 T. Kleinschlag.
			588	"	Stampfbeton 1)	"	13 021	22,1	32,8	"	desgl. der Getriebe und Lager	"	19 701	600,7	2) Sandstein. Mörtel: 1 Teil Zement, 1 Teil Kalk, 5 Teile Sand.
			491	"	Bruchsteinmauerwerk 2)	"	17 862	36,4	11,9	"	desgl. der Achsen und Wellen	"	10 983	922,9	3) Basaltlava, 16 cm stark.
			10,8	"	Granitwerksteine	"	1 775	164,4	621	kg	Rotguß der Lager	"	3 242	5,22	
			18,6	"	Basaltwerksteine	"	1 734	93,2	9,2	t	Antrieb und Laufgewichte mit Zubehör	"	3 893	423,2	
			113	qm	Abdeckplatten 3)	"	2 280	20,2							
			32,8	t	Walzeisen	"	14 928	455,1							
			3,9	"	Gußeisen zu den Naben	"	1 773	454,6							
2	**Datteln,** sonst wie Nr. 1.	96 bis 99	1123	cbm	Erdaushub	U	2 698	2,40	30,4	t	Gußeisen zu den Gegengewichten	U	3 078	[illegible]	
			545	"	Stampfbeton 1)	"	10 884	20,0	32,8	"	desgl. der Getriebe und Lager	"	19 660	599,4	
			491	"	Bruchsteinmauerwerk 2)	"	18 906	38,5	11,9	"	Schmiede- und Flußeisen der Achsen und Wellen	"	10 991	923,6	
			10,6	"	Granitsteine	"	1 788	168,7	619	kg	Rotguß der Lager	"	3 218	[illegible]	
			18,5	"	Basaltwerksteine	"	1 550	83,8	9,0	t	Antrieb und Laufgewichte mit Zubehör	"	3 893	[illegible]	
			113	qm	Abdeckplatten 3)	"	2 444	21,6							
			32,3	t	Walzeisen	"	14 680	454,5							
			3,9	"	Gußeisen zu den Naben	"	1 784	457,4							
3	**Olfen,** sonst wie Nr. 1.	96 bis 99	1123	cbm	Erdaushub	U	2 216	2,00	30,2	t	Gußeisen zu den Gegengewichten	U	3 019	[illegible]	
			545	"	Stampfbeton 1)	"	11 874	21,8	32,9	"	desgl. der Getriebe und Lager	"	19 748	[illegible]	
			531	"	Bruchsteinmauerwerk 2)	"	19 391	36,5	11,9	"	Schmiede- und Flußeisen	"	10 955	920,6	
			10,6	"	Granitwerksteine	"	1 821	171,8	630	kg	Rotguß	"	3 276	[illegible]	
			18,5	"	Basaltwerksteine	"	1 632	88,2	9,0	t	Antrieb und Laufgewichte mit Zubehör	"	3 883	432,0	
			113	qm	Abdeckplatten 3)	"	2 370	21,0							
			32,8	t	Walzeisen	"	14 891	454,0							
			3,9	"	Gußeisen zu den Naben	"	1 776	455,4							

1	2	3	4												5
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues. Provinzial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschließlich der Baustoffe												Erläuterungen. *) In dieser Spalte bedeutet: T = Tagelohn, A = Akkord, U = Unternehmer. — Sonstige Bemerkungen.
			Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	
1	Sicherheitstor Deusen, Dortmund-Ems-Kanal. Oberpräsidium Münster	96 bis 101	842	cbm	Erdaushub	T	1 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Vorbauten zu den Nasen	U	2 722	487,[illegible]	¹) 12 cm stark, Länge und Rammtiefe 4,[illegible] bis 4,6 m.
			336	"	desgl. zwischen den Spundwänden	"	1 [illegible]	1,[illegible]	[illegible]		desgl. zu den Gegengewichten	"	2 249	180,[illegible]	²) 1 Teil Zement, 4 Teile Sand, 7 Teile Kleinschlag
			456	qm	Spundwände¹)	"	[illegible]	[illegible]	[illegible]		desgl. der Getriebe und Lager	"	5 661	[illegible]	³) 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 6 Teile Kleinschlag
			111	cbm	Schüttbeton²)	"	[illegible]	[illegible]			Schmiedeeisen und Flußeisen	"	1 433	[illegible]	
			[illegible]	"	Bruchsteinmauerwerk	"	3 202	2[illegible]	[illegible]		Stahl und Stahlguß	"	8 401	[illegible]	
			[illegible]	"	Werksteinmauerwerk aus Basalt und Granit	"	1 [illegible]	1[illegible]	[illegible]	[illegible]	Rotguß	"	2 925	[illegible]	
			[illegible]	t	Walzeisen	"	6 130	[illegible]							
2	Waltrop, sonst wie Nr. 1	96 bis 98	1069	cbm	Erdaushub	T	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Vorbauten zu den Gegengewichten	U	2 511	[illegible]	⁴) Sandstein, Mörtel: 1 Teil Zement, 1 Teil Kalk, 5 Teile Sand
			417	"	Stampfbeton³)	"	[illegible]	[illegible]			desgl. der Getriebe und Lager	"	1 629	[illegible]	⁵) Basaltlava, 10 cm stark.
			5[illegible]	"	Bruchsteinmauerwerk⁴)	"	1[illegible] 844	[illegible]	[illegible]		Schmiede- und Flußeisen	"	4 1[illegible]	[illegible]	⁶) 12 cm stark, Länge und Rammtiefe 4 bis [illegible] m
			10,6	"	Granitwerksteine	"	[illegible]	[illegible]	4		Stahl und Stahlguß	"	8 197	[illegible]	
			[illegible]	"	Basaltwerksteine	"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	kg	Rotguß	"	2 [illegible]	[illegible]	
			[illegible]	qm	Abdeckplatten⁵)	"	2 [illegible]	[illegible]							
			[illegible]	t	Verbautes Walzeisen	"	1[illegible]	[illegible]							
			[illegible]	"	Gußeisen zu d. Nasen usw.	"	[illegible]	[illegible]							
3	Greven, sonst wie Nr. 1	97 bis 99	343	cbm	Erdaushub	T	[illegible]	[illegible]	[illegible]		Walzeisen	U	16 4[illegible]	[illegible]	
			618	"	desgl. zwischen den Spundwänden	"	1 [illegible]	[illegible]	[illegible]		Gußeisen zu den Nasen	"	2 727	[illegible]	
			617	qm	Spundwände⁶)	"	2 [illegible]	[illegible]			desgl. zu den Gegengewichten	"	2 268	[illegible]	
			489	cbm	Schüttbeton	"	[illegible]	[illegible]			Stahl und Stahlguß	"	8 502	[illegible]	
			665	"	Bruchsteinmauerwerk⁴)	"	[illegible]	[illegible]			Gußeisen der Getriebe und Lager	"	1 [illegible]	[illegible]	
			10,6	"	Granitwerksteine	"	1 [illegible]	[illegible]			Schmiede- und Flußeisen	"	4 4[illegible]	[illegible]	
			[illegible]	"	Basaltwerksteine	"	1 [illegible]	[illegible]	[illegible]	kg	Rotguß	"	2 [illegible]	[illegible]	
			[illegible]	qm	Abdeckplatten⁵)	"	1 [illegible]	[illegible]							
4	Saerbeck, sonst wie Nr. 1	97 bis 99	[illegible]	cbm	Erdaushub	T	1 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Walzeisen	U	16 [illegible]	[illegible]	
			150	"	desgl. zwischen den Spundwänden	"	2 7[illegible]	[illegible]	[illegible]		Gußeisen zu den Nasen	"	2 727	[illegible]	
			2[illegible]	qm	Spundwände⁶)	"	[illegible]	[illegible]			desgl. zu den Gegengewichten	"	2 268	[illegible]	
			300	cbm	Schüttbeton³)	"	12 720	[illegible]	[illegible]		desgl. der Getriebe und Lager	"	5 661	[illegible]	
			49	"	Stampfbeton³)	"	1 41[illegible]	[illegible]			Schmiede- und Flußeisen	"	1 432	[illegible]	
			[illegible]	"	Bruchsteinmauerwerk⁴)	"	[illegible] 120	[illegible]	[illegible]		Stahl und Stahlguß	"	8 502	[illegible]	
			10,[illegible]	"	Granitwerksteine	"	1 781	[illegible]	[illegible]	kg	Rotguß	"	2 925	[illegible]	
			[illegible]	"	Basaltwerksteine	"	[illegible]	180,[illegible]							
			[illegible]	qm	Abdeckplatten⁵)	"	1 [illegible]	[illegible]							

XVI. Schleusen.

(Vgl. S. [illegible])

1	2	3	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	5
54	Kammerschleuse Guszianka, Masurische Wasserstraße. Regierung Gumbinnen.	101 bis 103	7994	cbm	Erdaushub über Wasser und zwischen den Spundwänden	T	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Klinkermauerwerk der Häupter	U	10 371	[illegible]	¹) 20 cm stark, 6 bis 10,5 m tief gerammt.
			[illegible]	qm	Spundwände	"	[illegible] 168	[illegible]	[illegible]		Granitwerksteine	"	8 977	280,[illegible]	²) 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 5 Teile Kies
			1748	cbm	Schüttbeton²)	"	1[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	"	8 624	[illegible]	³) 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 4 Teile Kies
			331	"	Stampfbeton der Kammerwände³)	"	2 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	"	2 369	[illegible]	⁴) 15 cm stark, 5 bis 7 m tief gerammt.
55	Schleppzugschleuse Rathenow, Havel. Regierung Potsdam.	98 bis 02	22161	cbm	Erdaushub über und unter Wasser	T	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Klinkermauerwerk der Kammerwände	U	[illegible] 120	[illegible]	⁵) 1 Teil Zement, 5 Teile Sand, 7 Teile Kies.
			2891	qm	Spundwände⁴)	"	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible] Schleusentore	"	2 [illegible]	11[illegible]	⁶) Rostpfähle 20 cm Durchmesser, Länge u. Rammtiefe 5 m.
			7761	cbm	Erdaushub zwischen den Spundwänden	"	[illegible]	[illegible]	1	Stück	Bewegungsvorrichtungen	"	2 [illegible]	625,[illegible]	⁷) 828 qm Spundwände, 15 cm stark, 2,5 bis 5 m tief gerammt.
			5641	"	Schüttbeton⁵)	"	[illegible]	[illegible]	1		[illegible]	"	5 620	1105	⁸) 271 cbm Werksteine: Basalt und Sandstein.
			2379	"	Klinkermauerwerk der Häupter	"	[illegible]	211,[illegible]	1		Bewegungsvorrichtungen [illegible]	"	1 490	[illegible]	⁹) Einschl. der Bewegungsvorrichtungen; mit 8 mm starker Blechhaut. 1 qm Tor wiegt 215 kg.
			[illegible]	"	Granitwerksteine	"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	"	[illegible] 781	195,[illegible]	¹⁰) Je 104 qm groß.
			[illegible]	"	Stampfbeton der Kammerwände	"	[illegible]	1[illegible]							
56	Doppelschleuse Emden, (Nesserlander Siel) Verflutkanal. Regierung Aurich.	95 bis 01	[illegible]	cbm	Erdaushub der Baugrube	T	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	U	28 775	[illegible]	¹¹) Mit 10 mm starker Blechhaut. 1 qm wiegt 276 kg.
			[illegible]	qm	Pfahlrost⁶), einschl. der Querspundwände⁷) und Pumpe	"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible] Toren der großen Kammerhäupter¹⁰)	"	28 964	167,[illegible]	¹²) Je [illegible] qm groß.
			[illegible]	cbm	Klinkermauerwerk einschl. Werksteine⁸)	"	[illegible]	[illegible]	1	[illegible]	Winden zur Bewegung der Tore	"	[illegible] 12	[illegible]	¹³) 1 qm wiegt 217 kg.
															¹⁴) 1 qm wiegt 48. kg

1	2	3	4												5
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues. Provinzial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wesentlichen Bauarbeiten und Gebrauch der Baustoffe												Erläuterungen *) In dieser Spalte bedeutet T. Taxation, A. Akkord, U. Unternehmer.
			Anzahl	Einheit	Gegenstand	Bezugsquelle *)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Bezugsquelle *)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Sonstige Bemerkungen

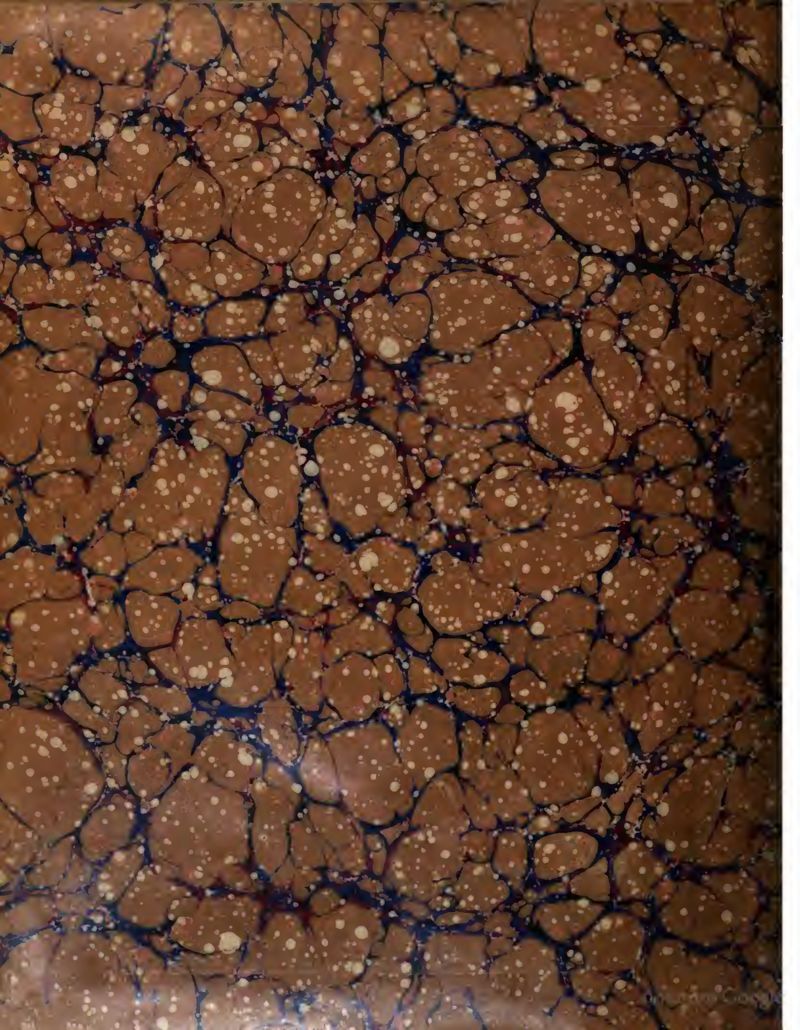
XVII. Dücker und Durchlässe.
(Vgl. Seite 214.)

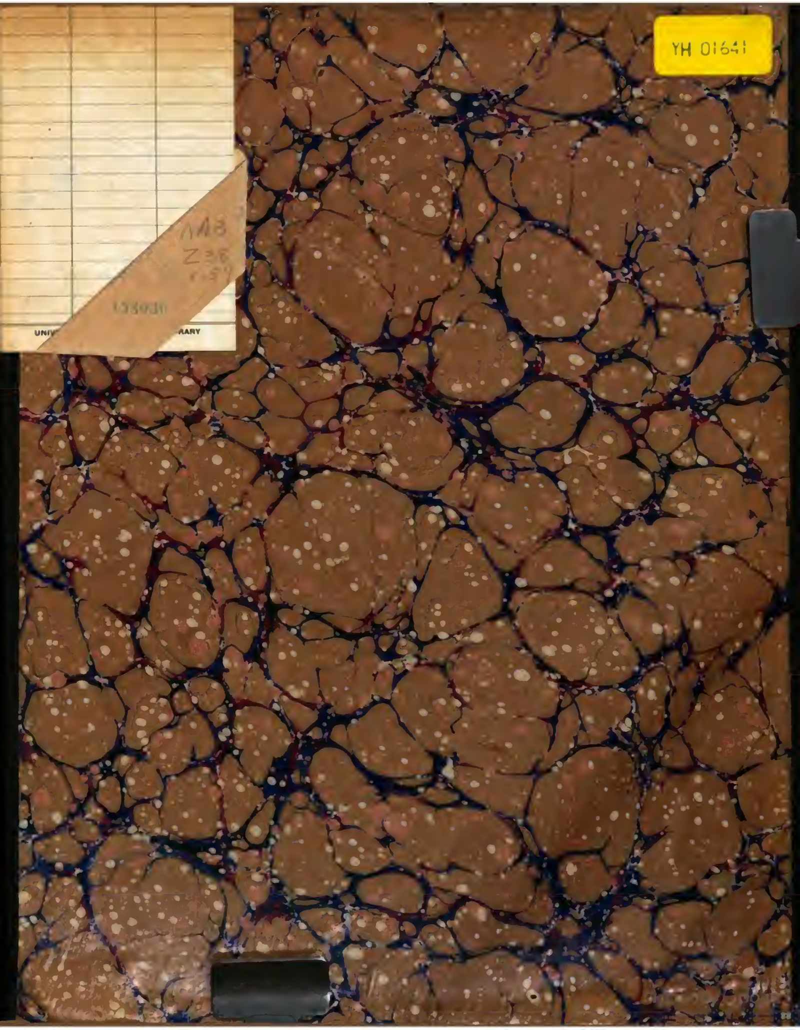
Nr.	Gegenstand	Zeit	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Bez.	Kosten	E.-Preis	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Bez.	Kosten	E.-Preis	Bemerkungen
1	Dücker **Habinghorst,** Dortmund-Ems-Kanal, Emscher, Oberpräsidium Münster.	94 bis 96	1 193	qm	eiserne Spundwände[1])	I	21 964	20,—	575	qm	Kopfsteinpflaster	I	6 950	14,—	[1]) D. R. P. Nr. [illegible], Rammtiefe [illegible]
			2 265	cbm	Erdaushub zwischen den Spundwänden		[illegible]	[illegible]	291	cbm	Trockenmauerwerk		1 584	[illegible]	[2]) 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 6 Teile Kleinschlag.
			1 051	"	Schüttbeton[2])		[illegible]	[illegible]	[illegible]	qm	Abpflasterung der Kanalsohle		1 139	[illegible]	[3]) 1 Teil Zement, 1 Teil Kalk, 6 Teile Sand, 10 Teile Kleinschlag.
			1 499	"	Bruchsteinmauerwerk		[illegible]	[illegible]	[illegible]	"	Ziegelflachschicht über d. Gewölbe		185	[illegible]	[4]) 12 cm stark, Länge und Rammtiefe 3,5 bis 4,7 m.
			756	"	Gewölbemauerwerk		[illegible]	[illegible]							
			745	"	Erdbeton[3])		[illegible]	[illegible]	28	cbm	Lehmabdeckung		1 448	[illegible]	
			143	"	Werksteine (Sandstein)		13 990	[illegible]							
2	**Pöppinghausen,** Landwehrbach, sonst wie Nr. 1.	94 bis 94	546	qm	Spundwände[4])	I	[illegible]	10,—	15	cbm	Futtermauer[5])	I	121	7,—	[5]) 22 cm stark, Länge und Rammtiefe 6,5 m.
			1 165	cbm	Erdaushub		[illegible]	[illegible]	[illegible]	qm	Gußasphalt 2 cm stark		1 168	[illegible]	[6]) Rostpfähle 30 cm Durchmesser, Länge u. Rammtiefe [illegible] m.
			540	"	Schüttbeton		[illegible]	[illegible]	[illegible]	"	Pflaster		524	[illegible]	[7]) Mörtel: 1 Teil Traß, 1 Teil Kalk, 1 Teil Sand.
			350	"	Bruchsteinmauerwerk		[illegible]	20,—	[illegible]	"	Abdeckplatten		[illegible]	[illegible]	[8]) 22 cm stark, Länge und Rammtiefe [illegible] m.
3	**Lüdinghausen,** Kleuterbach, sonst wie Nr. 1.	94 bis 97	5 831	cbm	Erdaushub über u. unter Wasser	I	8 788	[illegible]	64,1	cbm	Kocksteinmauerwerk[9])	I	2 100	[illegible]	[9]) Rostpfähle 30 cm Durchmesser, Länge u. Rammtiefe [illegible] bis 7,5 m.
			1 089	qm	Spundwände[8])		24 135	[illegible]	[illegible]	qm	Bleiabdeck. d. Gewölbe[10])		1 952	[illegible]	[10]) 12 cm stark, Länge und Rammtiefe 8 m.
			[illegible]	"	Pfahlroste[9])		21 193	[illegible]	286	"	Pflasterung		[illegible]	18,—	
			1 320	cbm	Klinkermauerwerk		[illegible]	[illegible]	30	"	Grundbett- und Uferbefestigung		2 400	[illegible]	
							34 424	[illegible]	24	"	eisern. Brückenüberbau[11])		1 340	[illegible]	
			56	"	Basaltwerksteine		2 113	[illegible]	21	"	Bohlenbelag der Brücke[12])		816	[illegible]	
4	**Lüdinghausen,** Nonnenbach, sonst wie Nr. 1.	94 bis 97	4 454	cbm	Erdaushub über u. unter Wasser	I	6 571	[illegible]	286	qm	Bleiabdeckung des Gewölbes[13])	I	1 067	[illegible]	[11]) Rostpfähle 30 cm stark, Länge u. Rammtiefe 7 m.
			1 014	qm	Spundwände[14])		[illegible]	[illegible]	305	"	Pflasterung		3 260	10,—	[12]) 10 cm stark, Länge und Rammtiefe 2,4 bis 2,9 m.
			334	"	Pfahlroste[15])		[illegible]	[illegible]	201	"	Grundbett- und Uferbefestigung		1 016	[illegible]	[13]) 10 cm stark, Länge und Rammtiefe 3,5 m.
			721	cbm	Klinkermauerwerk einschl. d. Gewölbe		30 518	[illegible]	[illegible]	"	eisern. Brückenüberbau[16])		1 209	[illegible]	[14]) 0,3 m Durchmesser.
			26	cbm	Basaltwerksteine		[illegible]	[illegible]	[illegible]	"	Bohlenbelag der Brücke[17])		363	[illegible]	[15]) Einschl. Bewegungsvorrichtung, [illegible] m Durchm.
5	**Senden,** Steverbach, sonst wie Nr. 1.	94 bis 97	9 002	cbm	Erdaushub über u. unter Wasser einschl. Wasserhaltung	I	[illegible]	[illegible]	[illegible]	cbm	Basaltwerksteine	I	8 840	130,—	[16]) 15 cm stark, Länge und Rammtiefe 8,5 m.
									[illegible]	qm	Bleiabdeckung des Gewölbes[18])		1 837	[illegible]	[17]) 1 Teil Zement, [illegible] Teile Traß, 3 Teile Sand, 2 Teile Kleinschlag.
			4 113	qm	Spundwände[19])		[illegible]	[illegible]	[illegible]	"	Schutzschleuse[20])		1 216	405,—	[18]) 1 Teil Zement, 2 Teile Kalk, 10 Teile Sand.
			442	"	Pfahlroste[20])		[illegible]	[illegible]	[illegible]	qm	Pflasterung		2 698	10,—	[19]) Sandstein, 20 cm stark.
			2 618	cbm	Klinkermauerwerk einschl. Gewölbe		52 445	12,—							[20]) 1 Teil Zement, 1 Teil Kalk, 7 Teile Sand, 14 Teile Kleinschlag.
6	**Datteln,** Dümmlenbach, sonst wie Nr. 1.	94 bis 95	42	cbm	Erdaushub	I	[illegible]	[illegible]	[illegible]	m	gußeiserne Rohre[21])	I	7 787	155,—	[21]) 4 mm stark.
			23	"	Stampfbeton		[illegible]	[illegible]	11	qm	Bruchsteinpflaster		108	[illegible]	[22]) 5 036 kg, 100 kg kosten [illegible] ℳ.
			4	"	Werksteine (Sandstein)		850	[illegible]	22	cbm	Tonschlag		41	[illegible]	[23]) 10 u. 16 cm stark.
			46	"	Ziegelmauerwerk einschl. Kunstrahmung		[illegible]	41,—	4	"	Eisengeländer in Zementmörtel		287	[illegible]	[24]) 2 158 kg, 100 kg kosten [illegible] ℳ.
7	**Senden,** Dienbach, sonst wie Nr. 1.	94 bis 97	2 334	cbm	Erdaushub über Wasser einschl. unter Wasser	I	[illegible]	[illegible]	271	m	gußeiserne Rohre[22])	I	27 201	100,—	[25]) Je 2,25 qm groß.
			2 771	"			[illegible]	[illegible]	42	"	eiserne Geländer		214	[illegible]	[26]) 1,25 m Durchmesser.
			64	"	Stampfbeton[23])		[illegible]	[illegible]	4	qm	Ufer- und Grundbettbefestigung		1 080	[illegible]	[27]) 1,25 m Durchmesser.
			657	qm	Spundwände[24])		7 119	[illegible]							[28]) Einschließl. Bewegungsvorrichtung, 4,5 m breit, 3,1 m hoch.
			95	cbm	Klinkermauerwerk der Haupter		1 222	[illegible]							[29]) Einschließl. Bewegungsvorrichtung, 1,8 m breit, 2,1 m hoch.
8	**Darme,** Entwässerungsgraben, sonst wie Nr. 1.	94 bis 95	48	m	Pfähle aus Schwellen	I	182	[illegible]			Für Maurerarbeiten im ganzen	I	1 112	[illegible]	
			25	qm	Spundwände[25])		1 025	[illegible]	64	qm	Pflaster bei Grabenschüttungen und Sohle		457	[illegible]	
			32	cbm	Schüttbeton[26])		381	[illegible]							
			24	m	gußeiserne Rohre[27])		1 895	[illegible]							
			1		Zylinderventil		417	417,—							
9	**Emden,** Fehntjer Tief, Vorflutkanal, Regierung Aurich.	95 bis 96	16 529	cbm	Erdaushub im Trocknen	I	7 677	[illegible]	204	t	Flutöffnung der Brücke und des Dückerabschlusses	I	36 2[illegible]	180,—	
			2 447	"	desgl. zwischen den Spundwänden		[illegible]	[illegible]	[illegible]	"	desgl. des Siels[28])		7 608	220,—	
			1 618	qm	Spundwände[29])		[illegible]	[illegible]	[illegible]	"	Geländer		303	150,—	
			602	cbm	Schüttbeton[30])		11 [illegible]	[illegible]	2	Stück	Rollschützen[28])		1 130	[illegible]	
			1 749	"	Klinkermauerwerk		4 [illegible]	[illegible]	2	"	[illegible][29])		7 780	[illegible]	
			44	"	Werksteine (Basalt und Sandstein)		10 [illegible]	[illegible]							

1	2	3	4												5
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues. Provinzial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschließlich der Baustoffe: Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart *)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Einheit	Gegenstand	Betriebsart *)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Erläuterungen. *) In dieser Spalte bedeutet T = Tagelohn, A = Akkord, U = Unternehmer. — Sonstige Bemerkungen.
10	Durchlaß: **Datteln,** Dortmund-Ems-Kanal. Olmühlenbach. Oberpräsidium Münster.	93	1000	cbm	Erdaushub über Wasser	U	500	0,50	128	cbm	Gewölbemauerwerk 1)	U	3527	27,6	1) Sandstein. 2) Rostbelag 10 cm stark, Rostpfähle 30 cm Durchmesser, Länge u. Rammtiefe 1,8 m. 3) 1 Teil Zement, 1 Teil Kalk, 5 Teile Sand, 14 Teile Kies. 4) 16 cm stark, Länge und Rammtiefe 4 m. 5) 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 6 Teile Kleinschlag. 6) 13 cm stark, Länge und Rammtiefe 3,65 m. 7) 16 cm stark, Länge und Rammtiefe 5 m. 8) 1 Teil Traß, 1 Teil Kalk, 1 Teil Sand, 6 Teile Kleinschlag. 9) Sandstein, 18 cm stark. 10) 1 Teil Zement, 1 Teil Sand. 11) 1,20 m Durchmesser.
			519	„	desgl. unter Wasser	„	312	0,60	13,5	qm	Abdeckplatten 9)	„	313	23,2	
			269	„	Grundmauerwerk aus Bruchstein 1)	„	7882	21,0	509	„	rauher Zementputz, 2,5 cm stark	„	641	1,27	
			227	„	aufgehendes Bruchsteinmauerwerk 1)	„	5216	23,0							
11	**Greven r. d. Ems,** Gellenbach, sonst wie Nr. 10.	92 bis 93	1647	cbm	Erdaushub im Trocknen	U	1318	0,80	274	cbm	Lehmschlag	U	2890	10,5	
			1312	„	desgl. unter Wasser	„	4592	3,50	283	qm	Sohlenpflaster auf Kleinschlagbettung in Zementmörtel	„	1106	3,91	
			133	qm	Pfahlrost 2)	„	15315	115,2	551	„	Abdeckung des Gewölbes mit 3 mm starken Bleiplatten und Teerpappe	„	14501	26,3	
			230	cbm	aufgehendes Bruchsteinmauerwerk 1)	„	8581	37,3							
			193	„	Gewölbemauerwerk	„	8207	42,5							
			77	„	Füllbeton 3)	„	1481	19,2							
12	**Greven r. d. Ems,** Eltingsmühlbach, sonst wie Nr. 10.	93 bis 94	1365	cbm	Erdaushub im Trocknen	U	1092	0,80	183	cbm	Gewölbemauerwerk aus Klinkern	U	6725	36,7	
			717	„	desgl. unter Wasser	„	1434	2,00	71	„	Füllbeton 5)	„	1408	19,8	
			1448	„	desgl. zwischen d. Spundwänden	„	3620	2,50	177	qm	Klinkerflachschicht auf d. Gewölbe	„	610	3,4	
			586	qm	Spundwände 4)	„	10027	17,1	496	„	Abdeckung durch Asphaltplatten mit Bleieinlage	„	1736	3,50	
			579	cbm	Schüttbeton 5)	„	12391	21,4	333	cbm	Lehmschlag	„	1996	5,99	
			500	„	aufgehendes Bruchsteinmauerwerk 1)	„	13735	27,5							
			151	„	Werksteinmauerwerk einschließl. Abdeckplatten 7)	„	13732	90,9							
13	**Greven r. d. Ems,** Nebenbach, sonst wie Nr. 10.	92 bis 93	2297	cbm	Erdaushub im Trocknen	U	2297	1,00	20,5	qm	Pflaster der Sohle und Böschungen	U	96	4,68	
			509	qm	Spundwände 6)	„	9321	18,3	7	cbm	Steinpackung	„	108	15,4	
			248	cbm	Schütt- u. Stampfbeton 8)	„	7945	32,0	133	„	Lehmschlag	„	1261	9,48	
			57	„	Beton des Gewölbes und der Widerlager 8)	„	5660	99,3							
14	**Suerbeck,** Glanebach, sonst wie Nr. 10.	93 bis 95	6335	cbm	Erdaushub im Trocknen	U	9503	1,50	1061	qm	dopp. Klinkerflachschicht auf dem Gewölbe	U	5463	5,15	
			2031	qm	Spundwände 4)	„	31768	15,6	1061	„	Abdeckung durch Zementschlag 10)	„	2476	2,33	
			802	cbm	Schüttbeton 5)	„	19316	24,1	960	cbm	Lehmschlag	„	7271	7,57	
			2883	„	aufgehendes Bruchsteinmauerwerk 1)	„	82716	28,7	151	qm	Pflaster der Sohle und Böschungen	„	1512	9,99	
			11,9	„	Werksteine 1)	„	1016	85,4	255	cbm	Steinpackung	„	5967	23,4	
			731	„	Gewölbemauerwerk aus Klinkern	„	33818	46,3							
15	**Waltrop,** Groppenbach, sonst wie Nr. 10.	96 bis 97	330	cbm	Erdaushub im Trocknen	U	660	2,0	19	cbm	Klinkermauerwerk	U	475	25,0	
			0,9	m	Ausmauerung des Brunnens	„	327	363,3	0,55	„	Werksteinabdeckung 9)	„	98	178,2	
									68,5	m	flußeiserne Rohre 11)	„	4590	67,0	
					XVIII. Hellinge. (Vgl. Seite 100.)										
1	Helling **Rendsburg,** Bauhof an der Obereider. Regierung Schleswig.	95 bis 98	8302	cbm	Erdaushub im Trocknen	U	3321	0,40	7730	kg	Schmiedeeisen	U	2397	0,31	1) 15 cm stark, 3,7 bis 9,- m lang, 2,5 bis 5 m tief gerammt. 2) 0,25 bis 0,30 m Durchm., 2,5 bis 8 m tief gerammt. 3) 16 cm stark, 2,5 bis 4 m lang, 2,3 bis 3,7 m tief gerammt. 4) 30 cm Durchm., 2 bis 6 m lang, 1,7 bis 5,3 m tief gerammt. 5) 26/31 cm stark. 6) Doppelt nebeneinander, je 35/25 cm. 7) 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 5 Teile Kies. 8) 1 Teil Zement, 5 Teile Sand, 8 Teile Kies. 9) 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 5 Teile Kleinschlag. 10) Unter Verwendung vorhandener Steine.
			58122	„	desgl. unter Wasser	T	11363	0,20	19,4	cbm	Eichenholz des Schlittens	„	2591	133,5	
			390	qm	Spundwände 1) einschließl. Verankerungen	U	4740	12,2	467	qm	Pflaster	„	2609	5,59	
			461	Stück	kieferne Rostpfähle 2)	„	2604	5,65	167	cbm	Kleinschlag und Kiesbedeckung	„	732	4,38	
			115	cbm	kiefernes und Pitchpine-Verbandholz d. Hellings	„	9850	85,7							
2	**Kolbergermünde,** am Hafen. Regierung Köslin.	96 bis 97	2180	cbm	Erdaushub	T	1391	0,64	27	cbm	Stampfbeton 9)	T	345	12,8	
			213	qm	Spundwände 3)	„	3231	15,2	229	„	Bruchsteinmauerwerk 10)	„	3841	16,8	
			132	Stück	Rostpfähle 4)	„	2882	21,8	49	„	Klinkermauerwerk	„	1486	30,3	
			144	„	Rostbalken 5)	„	782	5,43	681	qm	Böschungspflaster 10)	„	3375	4,96	
			632	„	Gleitbalken 6)	„	2737	4,33	10938	kg	Eisenarbeiten	U	3719	0,34	
			642	m	Saumschwellen	„	1061	1,65							
3	**Magdeburg,** fiskalische Werft. Oberpräsidium Magdeburg.	98 bis 02	476	cbm	Erdaushub im Trocknen	T	595	1,25	—	—	Für die Versenkgerüste	T	11485	—	
			2000	„	desgl. unter Wasser	„	4020	2,01	8	Stück	Aufschleppwagen	U	9297	1162	
			950	„	Schüttbeton 7)	A u T	14781	15,6	1570	m	Drahtseile, 20 mm stark	„	2590	1,65	
			400	„	Stampfbeton 8)	„	3800	9,50							
			630	m	Gleisgestänge	„	32611	51,8							

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.






YH 01641

